



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO

Carlos Alberto Miranda de Castro

Gestão de Efluentes nas explorações Leiteiras do Entre Douro e Minho

Gestão do chorume

Mestrado em Zootecnia

Trabalho efetuado sob a orientação

Professor Doutor Manuel José Marinho Cardoso

Professor Doutor Joaquim Mamede Alonso

Outubro de 2015

ÍNDICE

ÍNDICE.....	iii
AGRADECIMENTOS	v
RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	viii
ÍNDICE DE QUADROS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
1 Introdução.....	1
1.1 Enquadramento e motivação.....	1
1.2 Objetivos da dissertação	2
1.3 Organização da dissertação.....	2
2 Revisão Bibliográfica	3
2.1 Os impactes e as preocupações ambientais da gestão do ciclo do azoto nas explorações de bovinos de produção de leite	3
2.2 O ciclo do azoto em sistemas de produção pecuários intensivos	7
2.3 A importância do chorume nas explorações leiteiras	10
2.4 Mitigação dos efeitos do azoto introduzido no ambiente com as explorações de bovinos de produção de leite	13
2.5 Gestão integrada do azoto nos sistemas de cultura e nas práticas de produção.....	19
3 Apresentação e Caracterização da área de estudo	28
3.1 Caracterização da Área de Estudo	28
3.2 Caracterização socio-económica das explorações	35
4 Material e Métodos.....	39
4.1 Nota introdutória.....	39

4.2	Realização de um inquérito a explorações leiteiras	39
4.3	Análise e realização de uma melhor gestão dos ciclos de produção e as aplicações do azoto	41
5	Apresentação e Análise de Resultados	43
5.1	Apresentação e análise dos resultados de aplicação e extração do azoto	43
5.2	Discussão dos resultados	58
6	Considerações Finais	63
	Bibliografia	67
	Principal Legislação Comunitária Consultada	77
	Principal Legislação Nacional Consultada	78
	Anexos	81

AGRADECIMENTOS

Sem coordenadores, nada se poderia fazer. Por isso agradeço a colaboração dos Prof (s) Manuel José Marinho Cardoso e Joaquim Mamede Alonso da ESA-IPVC.

Sem amigos, nada se faria neste Mundo.

Por esse motivo, relevo na realização deste trabalho, os meus amigos, que acreditaram desde a primeira hora que a tarefa que me propus realizar, fosse a bom porto. Realço, dessa forma, a Prof. Conceição Fernandes (IPB), O Eng.º António Duarte (DRAPN), Eng.º João Paulo Castro (IPB), Doutora Maria da Luz Calegari e ainda os Prof.(s) José Pedro, Joaquim Cerqueira e José Carlos da ESA-IPVC.

RESUMO

A atividade agrária provoca transformações sobre o meio em que se insere dependente das relações que se formam entre as condições naturais, as tecnologias e as técnicas de produção. A integração destes aspetos determina a natureza e a dimensão das cargas, dos níveis de risco associados às vulnerabilidades e impactes ambientais sobre os recursos, as componentes e as funções do meio recetor.

Para a realidade da Bacia Leiteira Primária de Entre Douro e Minho (BLPEDM) e Zona Vulnerável nº 1 (ZV1) de Esposende-Vila do Conde as condições naturais climatológicas e pedológicas resultaram na intensificação, concentração e especialização da produção de bovinicultura de leite. Estes processos resultaram em aumento da produção, conflitos sociais e desafios da gestão ambiental e melhoria de eficiência dos sistemas de produção.

Nesta tese de mestrado visou-se a caracterização da bacia e zona vulnerável e das respetivas dinâmicas e desafios de gestão das explorações leiteiras locais, através da realização de um inquérito a um conjunto de explorações das práticas de fertilização para terminar com uma análise da similaridade entre a aplicação de azoto e as curvas e extração das principais culturas forrageiras.

Os resultados mostram as potencialidades e os ganhos de produção de leite nesta última década, os avanços de conhecimento e as necessidades dos modelos e práticas de gestão ambiental, as possibilidades e propostas para sincronizar a aplicação e exportação do azoto pelas culturas e a necessidade de investigação e inovação futuras.

ABSTRACT

The agricultural and husbandry activities causes changes on the environment in which it operates dependent on the relationships that form between the natural conditions, technologies and production techniques. The integration of these aspects determines the nature and extent of the charges, the levels of risk associated with the vulnerabilities and environmental impacts on natural resources and environments components.

The climatological amenities and soil suitability of Primary Dairy Basin of Entre Douro and Minho as well as, of Vulnerable Area nº 1 Esposende -Vila do Conde resulted in intensification, concentration and specialization of dairy farming production systems. These processes have resulted in increased production, social conflicts and challenges of environmental management and improving efficiency of production systems.

In this master's thesis aimed: (1) to characterize the productive units and Vulnerable Area, management challenges of local dairy farms; (2) to inquiry to a set of operational fertilization practices; (3) to finish with an analysis of the similarity between the application and the nitrogen extraction curves of the leading fodder crops.

The results show the potential and the milk production gains over the past decade, advances in knowledge and needs of models and environmental management practices, possibilities and proposals to synchronize the application and export of nitrogen for crops and need for research and further innovation.

LISTA DE ABREVIATURAS

Art.º – Artigo

BLPEDM – Bacia Leiteira Primária de Entre Douro e Minho

BEA – Bem-Estar-Animal

BLP – Bacia Leiteira Primária

CACSTT – Cooperativa dos Agricultores dos Concelhos de Santo Tirso e Trofa

Cap. – Capítulo

CCE – Comissão das Comunidades Europeias

CE – Comunidade Europeia

CEAS – Centre for European Agriculture Studies

CITAB – Centre for the Research and Technology of Agro-Environmental and biological Sciences

CMT – Câmara Municipal da Trofa

CN – cabeça normal

DGA – Direção Geral do Ambiente

DGC – Direção-Geral do Consumidor

DGS – Direção-Geral da Saúde

DGV – Direção Geral de Veterinária

DRAEDM – Direção Regional de Agricultura de Entre Douro e Minho

DRAP – Direção Regional de Agricultura e Pescas

EDM – Entre Douro e Minho

EFNCP – The European Forum on Nature Conservation and Pastoralism

EFSA – European Food Safety Authority

EPL – Explorações de Produção Leiteira

ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais

EU – União Europeia

FENALAC – Federação Nacional das Uniões das Cooperativas de Leite e Lacticínios

FSC – Fração sólida do Chorume

GEE – gases com efeito estufa

GPP – Gabinete de Planeamento e Políticas

IGAOT - Inspeção-geral do Ambiente e do Ordenamento do Território

INE – Instituto Nacional de Estatística

INIA – Instituto Nacional de Investigação Agrária

IQFP – Índice de Qualificação Fisiográfica das Parcelas

IST – Instituto Superior Técnico

M.O. – Matéria Orgânica

MADRP – Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas

MAOTDR – Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional

N – Azoto

Nº – número

PGL - Plano de Gestão de Lamas

PH – indicador ácido-base

POBLPEDM – Plano de Ordenamento da Bacia Leiteira Primária de Entre Douro e Minho

Regº – Regulamento

REN - Reserva Ecológica Nacional

SAU – Superfície Agrícola Utilizável

SPI – Sociedade Portuguesa de Inovação

UTAD – Universidade de Trás os Montes

Vs – versus

ZV – Zona Vulnerável

ZV1 – Zona Vulnerável de Esposende – Vila do Conde

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1. Lista de alguns inibidores de nitrificação patenteados na CE (adaptado de Trenkel, 2010 e Frye, 2005)	18
Quadro 2. Valores médios de perdas de N por lixiviação, volatilização e escoamento superficial nos principais sistemas culturais da ZV1.....	21
Quadro 3. Quantidades de N extraído pelas culturas forrageiras da ZV1 (kg/ha) (extração semanal) e produção forrageira (t/ha).....	22
Quadro 4. Quantidade máxima de N a aplicar às culturas (kg/ha)	24
Quadro 5. Quantidade média de nutrientes excretados anualmente por unidade animal e sua conversão em CN (ver Anexo I – Código das Boas Práticas Agrícolas, Ministério da Agricultura)	25
Quadro 6. Caracterização das explorações agrícolas em resultado dos inquéritos	43
Quadro 7. Aplicações mensais de chorume pelos 12 inquiridos (totais mensais de chorume em m ³ , médias mensais de chorume em m ³ /ha e médias mensais de N (kg/ha)	44
Quadro 8. Quantidade N colocada no solo (kg /ha) (valores obtidos nos 12 inquéritos realizados).....	45
Quadro 9. Forma de distribuição pelas culturas do chorume de auto-produção na exploração que correspondente ao inquérito 3	46
Quadro 10. Extração média mensal do azoto (kg/ha) pelas forrageiras azevém e milho (culturas estromes e em consociação).....	46
Quadro 11. Balanço mensal da Incorporação e da Extração de N no solo (kg/ha) para a consociação forrageira azevém x milho para valores médios de incorporação obtidos por inquérito e valores alternativos propostos (aplicação do chorume com cisternas de 3m ³)	49
Quadro 12. Comparação da percentagem de enchimento das fossas após realização das fertilizações (situação actual de acordo com valores apurados nos inquéritos e situação proposta de alteração de prática agrícola)	51

Quadro 13. Aplicação mensal de N proveniente de chorume com base em inquéritos (Grupo 1 – aplicação até 200 kg/ha de N; Grupo 2 – aplicação entre 200 e 300 kg/ha de N; Grupo 3 – superior a 300 kg/ha de N)	55
Quadro 14. Balanço mensal da Incorporação e da Extração de N no solo (kg/ha) para a consociação forrageira azevém x milho para valores médios de incorporação obtidos por inquérito e valores alternativos propostos (aplicação do chorume com cisternas de 3m ³) para o Grupo 1 – aplicação até 200 kg/ha de N.....	56
Quadro 15. Balanço mensal da Incorporação e da Extração de N no solo (kg/ha) para a consociação forrageira azevém x milho para valores médios de incorporação obtidos por inquérito e valores alternativos propostos (aplicação do chorume com cisternas de 3m ³) para o Grupo 2 – aplicação de 200 a 300 kg/ha de N.....	57
Quadro 16. Balanço mensal da Incorporação e da Extração de N no solo (kg/ha) para a consociação forrageira azevém x milho para valores médios de incorporação obtidos por inquérito e valores alternativos propostos (aplicação do chorume com cisternas de 3m ³) para o Grupo 3 – aplicação superior a 200 kg/ha de N	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo do azoto	8
Figura 2. Esquema geral do Ciclo do Azoto.....	10
Figura 3. Comparação das curvas de aplicação e extração de N na produção de forragens (azevém/milho) – de acordo com Publicação Proj. Agro 35.....	21
Figura 4. Extração de N do Azevém (kg/ha) – Fertilização azotada ZV1.....	23
Figura 5. Extração de N do Milho (kg/ha) – Fertilização azotada ZV1	23
Figura 6. Enquadramento territorial da Bacia Leiteira Primária de Entre Douro e Minho (EDM) e Zona Vulnerável n.º 1 (ZV1).....	28
Figura 7. Modelo de elevação digital do terreno da ZV1	31
Figura 8. Hidrografia da ZV1	32
Figura 9. Precipitação média anual (mm) (período 1931-1960) para a ZV 1	33
Figura 10. Cartografia da classificação dos solos da ZV1. (Fonte: AgroConsultores e Geometral, 1995; AgroConsultores e Geometral, 1999).....	34
Figura 11. A evolução da SAU na ZV1 (1989, 1999 e 2009)	35
Figura 12. Extração média mensal do azoto (kg/ha) pela consociação cultural forrageira azevém x milho (Agostinho e Fernando, 2005).	46
Figura 13. Gráfico correspondente ao resultado obtido nos inquéritos realizados às explorações – N colocado no solo (kg/ha) – conjugado com a curva de extração de azoto	47
Figura 14. Comparação da evolução média de enchimento das fossas (estimativa por inquérito e estimativa resultante da alteração proposta).....	52

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Armazenamento de efluentes pecuários	81
ANEXO 2. O ciclo do azoto (informação complementar)	84
ANEXO 3. Inquérito de identificação da exploração (informação complementar)	86
ANEXO 4. Quantidade N colocada no solo (kg /ha) (valores obtidos nos 12 inquéritos realizados).....	89
ANEXO 5. <i>Cowspiracy</i> e as emissões de gases estufa das vacas	89

1 INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento e motivação

A agricultura depende do ciclo da Natureza e da exploração dos recursos naturais. Através da alteração de habitats, os espaços agrícolas tornaram-se, ao longo do tempo, ecossistemas centrais. Porém, por estarem dependentes do Homem e das práticas culturais por ele aplicadas, os espaços agrícolas podem, consoante as formas de gestão, constituir perigo sobre a qualidade ambiental dos meios onde se inserem. O sector leiteiro apresenta-se como uma referência no sector económico da pecuária e enfrenta problemas constantes de ordem técnica que necessitam enfrentar, em particular a gestão e a possível valorização, das quantidades enormes de chorume que produzem ao longo do ano. O sector da bovinicultura do leite face à enorme carga animal por hectare (ha) é obrigado a enfrentar a dificuldade de realização de uma gestão correta dos resíduos e efluentes produzidos. (Moreira, 1994; Moreira e Trindade, 2002).

Os concelhos da Bacia Leiteira Primária de Entre Douro e Minho (BLPEDM) que integram os concelhos de Barcelos, Esposende, Maia, Matosinhos, Oliveira de Azeméis, Póvoa de Varzim, Santo Tirso, Trofa, Viana do Castelo, Vila do Conde e Vila Nova de Famalicão são responsáveis por cerca de 50% da produção de leite em Portugal. Na Zona Vulnerável de Esposende – Vila do Conde (ZV1) os sistemas de produção agrícolas integram a horticultura intensiva, muitas vezes coberta, com a produção animal suportada na produção de leite. Estes valores resultam da densidade e dimensão das explorações, mas em particular do crescimento das produções e produtividades em paralelo a uma elevada capacidade organizativa baseada no sector cooperativo. Esta atividade dinamiza uma economia de fatores de produção e transformação assim como a comercialização de produtos lácteos, reforçando o peso na organização, funcionamento e vitalidade deste território rural e (peri) urbano.

Como resultado do crescimento da população nesta região e da proximidade de grandes centros urbanos provocou um desenvolvimento da produção pecuária. Nesta região existem ótimas condições agroecológicas para o desenvolvimento pecuário mas este nem sempre se fez com equilíbrio ambiental, provocando forte pressão sobre os recursos de solo e levando a práticas intensivas de produção que estão a causar desequilíbrios os quais arriscam ser de carácter permanente e irreversível sobre o solo, a água, o ar e a paisagem. (Lopes et al., 2005).

As implicações de mercado e as condicionalidades ambientais impostas por um conjunto de normativos europeus e nacionais bem como, a necessidade de equilibrar e ordenar a proximidade e a relação entre estas atividades produtivas e as atividades e os habitantes urbanos que questionam a continuidade e a capacidade de adaptação das explorações ou unidades de produção.

1.2 Objetivos da dissertação

Os objetivos do presente trabalho relacionam-se com a:

- A análise da realidade biofísica, produtiva e os desafios de adaptação e sustentabilidade das explorações de produção de leite;
- A realização de um inquérito a explorações leiteiras;
- A análise e a possibilidade de realização de uma melhor gestão dos ciclos de produção e as aplicações do azoto.

As explorações onde se realizaram os inquéritos inserem-se na ZV1 e áreas contíguas; pretendo provar que os problemas de gestão ambiental enunciados são comuns às duas áreas referidas.

Porém, os problemas relacionados com atividade de produção pecuária de leite são globais.

1.3 Organização da dissertação

O trabalho organiza-se por capítulos. No cap. 1, são definidos os objetivos do trabalho. No cap. 2, desenvolve-se uma revisão bibliográfica sobre os impactes e as preocupações ambientais da gestão do ciclo do azoto nas explorações de produção de leite a nível global e regional, seguido no cap. 3, pela apresentação e caracterização da área de estudo. No cap. 4, explicam-se as metodologias e materiais utilizados. No cap. 5 é organizada a apresentação e análise dos resultados e, para terminar, as considerações finais no cap. 6, onde se apresentam as conclusões e algumas propostas de trabalho futuro.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Os impactes e as preocupações ambientais da gestão do ciclo do azoto nas explorações de bovinos de produção de leite

Nas últimas décadas assistimos a uma intensificação das atividades agrárias nos países desenvolvidos e nos países em vias de desenvolvimento, com crescente densidade populacional, sobretudo de forma concentrada e próxima das áreas urbanas (Vall e Vidal, 2005). Particularmente na União Europeia (EU, 2004), no seguimento do pós-guerra, fomentou-se através da PAC uma agricultura e pecuária de grande produtividade e competitividade (Alexandratos, 1995; Marques, 2004). Estes sistemas implicaram significativos impactos ambientais negativos que não puderam ser ignorados (Domingos et al., 2006; CEAS & EFNCP, 2000; Kelly, 2004). Reconhece-se que este tipo de agricultura e pecuária depende excessivamente de fatores de produção exógenos ao meio e contribui para a contaminação e poluição ambiental (Díaz e Espinosa, 1998; CACSTT E CMT, 2006).

As formas de poluição mais evidentes são: i) a poluição atmosférica pela libertação de gases causadores de efeito de estufa (metano, óxidos de azoto, dióxido de carbono); ii) a poluição dos sistemas hidrográficos com cargas transportadas pela água de fertilizantes (azoto e fósforo) e resíduos de pesticidas; iii) a redução da biodiversidade, e iv) a degradação dos solos. Os desequilíbrios descritos são também alertados por Vitousek et al., 1997 e Hao & Chang, 2001, sobretudo no que se refere à necessidade de haver uma correta gestão da recirculação de nutrientes causados pelos sistemas pecuários e pelos elevados encargos a suportar nas soluções de armazenagem, tratamento, transporte dos resíduos causados pela pecuária em regime intensivo. O crescimento demográfico e a expansão da estrutura industrial causam forte pressão sobre o recurso de solo disponível para a atividade pecuária provocando elevadas concentrações de animais em áreas restritas com uma concentração de efluentes maior do que a sua capacidade de integração do sistema agropecuário. Para elevar a produtividade do solo é frequente a aplicação de fertilizantes inorgânicos. Assim, o encabeçamento por hectare (ha) aumenta e consequentemente acarreta uma produção de estrumes e chorumes os quais ultrapassam a capacidade de incorporação equilibrada no ecossistema. A preocupação já ultrapassa o acréscimo de custos no armazenamento e transporte desses efluentes porque invariavelmente acabam por ser incorporados excessivamente no solo. Sendo os

chorumes particularmente ricos em azoto, e este ser extremamente solúvel na água, a consequência é a sua entrada no domínio hídrico por lavagem e lixiviação, além da carga orgânica excessiva que constitui também um problema de poluição orgânica e que leva a fenómenos de eutrofização. Esses problemas foram bem relatados nas publicações técnicas governamentais portuguesas, (MADRP, 1997; MADRP, 1997a; MADRP, 2000; MADRP, 2003; MADRP, 2007; MADRP, 2007a; MAOTDR – IGAOT, 2004; MAOTDR e MADRP, 2007), e também através de relatórios de estágio curriculares (Mamede, 2006), e outros estudos, mas o problema insiste em persistir mesmo que devidamente identificado. Na verdade, é também do conhecimento comum de que a incorporação equilibrada destes produtos no sistema (chorumes e estrumes) podem trazer elevadas vantagens económicas para o explorador sem prejuízo ambiental (Pollock e Owen, 2014, Owen, 1994).

As autoridades governamentais (portuguesas e comunitárias, e mundiais) estão obviamente atentas para esta problemática que não é só portuguesa. A FAO relata (FAO Bulletin Livestock 02, Policy Brief, 2015) que nas últimas décadas, a produção pecuária aumentou rapidamente, particularmente nos países do mundo em desenvolvimento. A maior parte do aumento da produção vem de explorações industriais agrupadas em torno de grandes centros urbanos. Essas grandes concentrações de animais e resíduos animais perto de centros populacionais muito densos causam consideráveis problemas de poluição. O rápido crescimento da produção de gado destaca a necessidade urgente de políticas eficazes para regular a pecuária intensiva e suportar medidas ambiental e economicamente sustentáveis para tratamento de resíduos.

Existe neste momento um outro problema que reside na excessiva produção leiteira comunitária e no preço em baixa do leite no mercado internacional que também estão a incentivar a regulamentação através de legislação nacional e comunitária que define as zonas de risco, índices máximos permitidos, sistemas de controlo, etc. (CCE, 2001; CCE, 2002).

A nível global aparece novamente o conceito de pecuária de regime extensivo. Julga-se que deverá haver uma reestruturação, a breve prazo, das explorações pecuárias existentes no sentido de se tornarem menos agressivas ambientalmente. Aconselha-se também a diversificação da atividade como forma de integrar os estrumes e chorumes numa forma mais sustentada e rentável. É nesse sentido que decidimos fazer esta abordagem como forma de contribuir para essa realidade. Muito há a fazer, desde a

incorporação de novas tecnologias nas empresas para o tratamento de efluentes, a adoção de boas práticas culturais e de manejo dos animais, entre outras ações de tratamento em regime associativo que salvaguardem o ambiente e a segurança alimentar.

A reestruturação do sector leiteiro em Portugal nas últimas duas décadas fez com que o número de produtores se reduzisse de cerca de 61 mil, na campanha de 1993/1994 (CONFAGRI, 2002), para menos de 7000 (4000 no continente, 3000 nos Açores), na mais recente campanha (2013/2014). No entanto a produção de leite aumentou desde 1990 até estabilizar em cerca de 1,8 milhões de toneladas por ano (in Público.pt, 16.06.2014). Os concelhos da Bacia Leiteira Primária de Entre Douro e Minho detêm 47,7% da produção nacional de leite (campanha 04/05).

O regime de exploração pouco sustentável numa perspetiva económica inverteu-se, fruto dos incentivos à modernização, com a instalação de grande número de ordenhas mecanizadas próprias e outras melhorias tecnológicas. Alterou-se a matriz tradicional (extensiva), para uma matriz industrial (intensiva).

Não é de estranhar que essa revolução pecuária tenha ocorrido nos locais com condições edáfico-climáticas mais propícias à produção vegetal e próximas de áreas de grande densidade populacional e por isso de maior consumo de leite, preferencialmente de leite de vaca. Nesta região o sector agrário tem vindo a ser um sistema policultura de produção vegetal integrada com a pecuária. Mas denota-se uma evolução para sistemas de horticultura ao ar livre ou em estufa, a floricultura e a fruticultura, além dos sistemas pecuários intensivos de bovinicultura leiteira.

A produção de leite e lacticínios reveste-se de grande importância económica, sobretudo na Bacia Leiteira Primária da região noroeste de Portugal. Esta atividade passou entretanto a ser pouco sustentável ecologicamente, conforme se referiu atrás, criando alguma conflitualidade territorial. Aumentou a razão CN/SAU (número de cabeças normais e superfície agrícola utilizável) e conseqüentemente reduziu-se a capacidade de assimilar e reciclar na exploração a produção excedentária de resíduos e efluentes. A estrutura minifundiária da propriedade contribuiu também negativamente neste aspeto assim como a falha das políticas de incentivo à adoção de boas práticas de pecuária e ainda a deficiências pontuais nas redes de saneamento básico.

A partir de 1992 por diretiva comunitária inicia-se a aplicação do sistema de “quotas”, isto é, valores de produção máxima atribuídos a cada Estado Membro com penalizações a serem suportados pelo agricultor (FENALAC, 2001, Santos et al., 2001). Liberalizou-se o comércio dentro da UE, definiram-se normas de qualidade mínimas para o leite cru. Quer os produtores individualmente quer em regime cooperativo reajustaram os seus sistemas de produção e recolha de leite. (POBLPEDM, 2007.).

As pressões demográficas, a consciencialização para os problemas ambientais e as políticas e mercados agrários têm pressionado cada vez mais a atividade leiteira de Entre Douro e Minho (EDM) e que fundamentaram as recentes iniciativas: Estudo de Caracterização do Impacte Ambiental da Produção Intensiva de Leite nas Regiões de Entre Douro e Minho; Estudo do Impacte Ambiental das Explorações Leiteiras nas Regiões de Minifúndio; Plano de Adaptação Ambiental das Explorações Pecuárias do Concelho da Trofa; Plano Estratégico Leite e Lacticínios; Sistemas Leiteiros e Ambiente no Espaço Atlântico; e Plano de Desenvolvimento Estratégico e Organização de Sanidade Animal no Entre Douro e Minho e apoio à instalação na região do Laboratório Interprofissional do Leite. (FENALAC, 2001, POBLPEDM, 2007, Projeto Green Dairy, 2007).

Desenvolveram-se nos dois últimos quadros comunitários de apoio numerosos projetos de Investigação, Experimentação e Demonstração (I&ED) no sentido de se encontrarem soluções tecnológicas e organizacionais para os problemas identificados.

Por via legal foram tomadas diversas iniciativas de carácter ambiental, de qualidade e segurança alimentar, bem-estar animal:

- Estratégia Nacional para os Efluentes Agropecuários e Agroindustriais (ENEAPAI). (Despacho n.º 8277/2007 de 5 de Setembro do MADRP e do MAOTDR). Diretiva do Conselho de 12 de Dezembro de 1991 relativa à proteção das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola (91/676/CEE)
- Diretiva 92/43/CEE do Conselho de 21 de Maio de 1992 relativa à preservação dos habitats naturais e da fauna e da flora selvagens
- Diretiva 89/362/CEE da Comissão, de 26 de Maio de 1989, relativa às condições gerais de higiene nas explorações de produção de leite

- Diretiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de Outubro de 2000 que estabelece um quadro de Acção comunitária no domínio da política da água
- Diretiva 92/46/CEE do Conselho de 16 de Junho de 1992 que adota as normas sanitárias relativas à produção de leite cru
- Decreto-lei 64/2000 de 22 de Abril que estabelece as normas mínimas de proteção dos animais nos locais de criação
- Diretiva 98/58/CE do Conselho de 20 de Julho de 1998 relativa à proteção dos animais nas explorações pecuárias

O “Plano de Ordenamento da Bacia Leiteira Primária de Entre Douro e Minho” (POBLPEDM) constitui uma publicação de referência para o sector leiteiro regional, cuja leitura é fundamental, e que foi desenvolvido através duma parceria entre várias entidades governamentais (DRAEDM, IDARN) e de Investigação e Desenvolvimento (ESA-IPVC, UP-CIBIO). Foi efetuada a caracterização e o diagnóstico do sector e do território, seguido de propostas de ordenamento do território e de gestão de atividades. Constitui as bases de um instrumento sectorial de apoio à decisão na gestão da atividade leiteira a partir de informação recolhida e incidente sobre o espaço correspondente à bacia leiteira de Entre Douro e Minho. (DRAEDM, 2004; DRAEDM, 2005; DRAEDM, 2006; POBLPEDM, 2007; Lopes et al., 2007).

2.2 O ciclo do azoto em sistemas de produção pecuários intensivos

O azoto é um nutriente essencial para o crescimento das plantas. O ciclo do azoto (Figura 1) é um dos ciclos mais importantes nos ecossistemas terrestres. Apesar de ser extremamente abundante na atmosfera (78% desta é composta por azoto), onde se encontra sobre a forma de gás (N_2), é frequentemente o nutriente limitante do crescimento das plantas. Isso acontece porque as mesmas apenas conseguem usar o azoto sob três formas sólidas: são elas, o ião amoníaco (NH_4^+), o ião nitrito (NO_2^-) e nitrato (NO_3^-), cuja existência não é tão abundante (Figura 2). Estes compostos são obtidos através de vários processos tais como a fixação e a nitrificação. A maioria das plantas obtém o azoto necessário ao seu crescimento através do nitrato, uma vez que o ião (NH_4^+) lhes é tóxico em grandes concentrações. O azoto deposita-se igualmente no solo e nos oceanos, associados à matéria orgânica (M.O.).

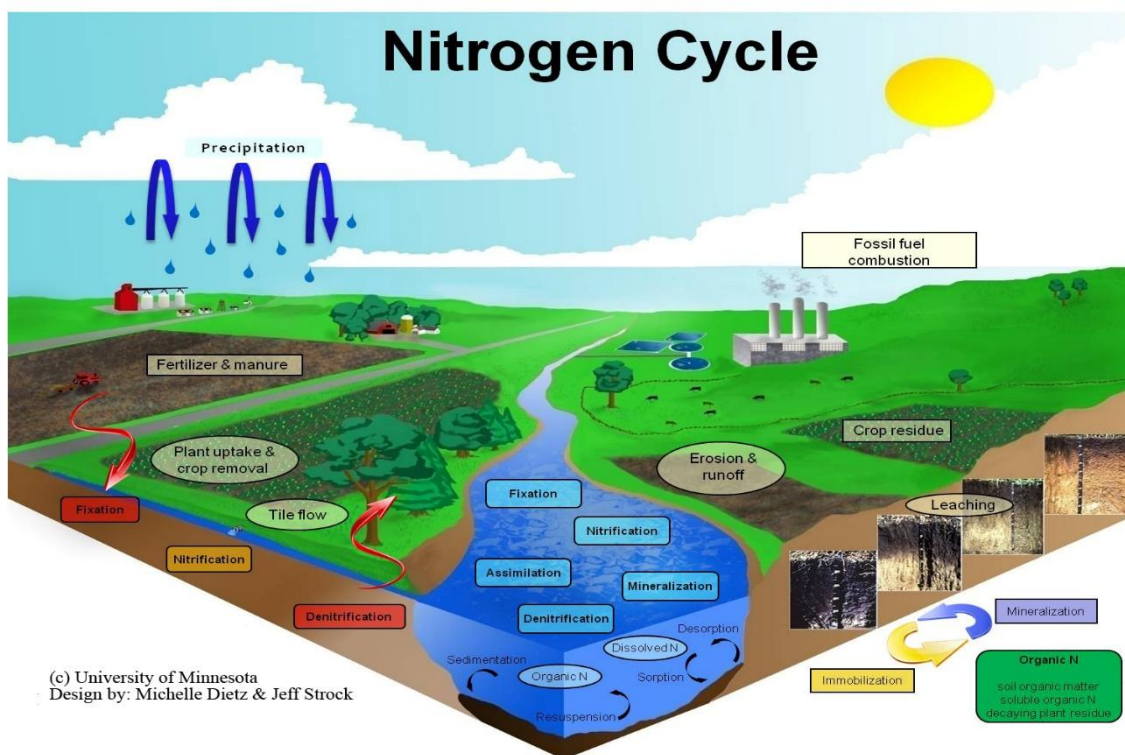


Figura 1. Ciclo do azoto

Fonte: Universidade de Minnesota, Estados Unidos

Dado o seu comportamento bioquímico, a gestão do azoto no sistema solo-cultura ou solo-rotação de culturas é algo difícil de realizar com segurança (MADRP e INIA, 2000). Por um lado é praticamente impossível determinar com suficiente rigor a quantidade deste nutriente que em determinado solo é capaz de fornecer a uma dada cultura ao longo do seu período de vegetação ativa e, daí, a dificuldade de calcular o montante adequado de azoto a aplicar através de fertilização. Por outro lado, o conjunto de transformações a que os compostos azotados estão sujeitos num solo normal conduz à formação de nitratos, altamente solúveis e sem capacidade para serem retidos no complexo de absorção do solo e, por isso, facilmente arrastados nas águas de escoamento superficial e nas águas de percolação, perdendo-se, assim, para a produção agrícola e, pior que isso, contribuindo para a poluição das águas superficiais e das águas subterrâneas. (Amon, et al., 2001, Keeney e Hatfield, 2004)

As práticas agrícolas associadas à produção de leite e produção de legumes frescos de forma intensiva, têm associadas excessivas adubações azotadas, quer através de adubos químicos, quer através da distribuição exagerada e desajustada às práticas agrícolas, de

estrupe e chorume frescos (Lacroix, 1995). É um facto sobejamente conhecido e documentado de poluição dos solos e águas na ZV1, extensivo às áreas contíguas, cuja situação importa inverter e corrigir. As águas subterrâneas, particularmente em zonas arenosas do Litoral Norte de Portugal, enfrentam hoje riscos de contaminação crescente de nitratos de origem no chorume e nos fertilizantes minerais. O excesso de N nesta bacia leiteira reflete-se também na qualidade do ar. Entre os compostos voláteis causadores de odores desagradáveis destacam-se o amoníaco e outros gases azotados que contribuem para o aumento do efeito estufa (Amon et al. 2001, Amon et al. 2001a).

O aumento da população e a expansão industrial, características de sociedades modernas, têm estado associadas em certas regiões, a situações de alteração dos valores das variáveis biológicas e abióticas das águas, quase sempre acompanhada de diminuição de qualidade. A nível local, verifica-se uma degradação nítida da qualidade da água do rio Ave (por exemplo), associada à descarga de M.O. nesse rio e afluentes, tais como o rio Selho e Vizela. Ao longo do rio Ave o teor de azoto amoniacal aumenta bruscamente a partir da confluência com o Selho, contudo para jusante verifica-se um decréscimo progressivo das concentrações de amónia, devido à sua oxidação. No entanto a situação agrava-se próximo da foz (Neves, 1994).

As dificuldades de comportamento do azoto no solo impõem que a fertilização com este nutriente e todas as técnicas culturais que influenciem a sua dinâmica sejam conduzidos de forma a limitar ao máximo o seu arrastamento pelas águas, diminuindo, assim, o risco de contaminação com nitratos dos lençóis freáticos ou dos cursos de água (Soveral-Dias, 1999; Costa et al., 2002).

Na Bacia Leiteira Primária (BLP) da região de Entre Douro e Minho (EDM) (Portugal) existe uma pressão ambiental muito forte, provocada pelo chorume das explorações de pecuária leiteira EPL (Estação de produção de leite), em concelhos densamente povoados. Os efluentes são aplicados no solo principalmente nas culturas de milho na Primavera e de azevém no Outono, e correspondem a uma quantidade anual média de azoto de 266 kg por hectare (Moreira, 1994). As fossas instaladas que as explorações têm, possuem uma capacidade de armazenamento por um período de 5 meses, para o conjunto dos 10 concelhos da BLP (bacia leiteira Portugal) (POBLPEDM, 2007).

As pressões externas relacionadas com as políticas dos mercados agrícolas, diretivas de proteção ambiental e bem-estar animal, qualidade e segurança alimentar e em particular,

a conservação e valorização dos recursos e funções ambientais do solo, limitam a sustentabilidade destas explorações (Alonso et al., 2007).

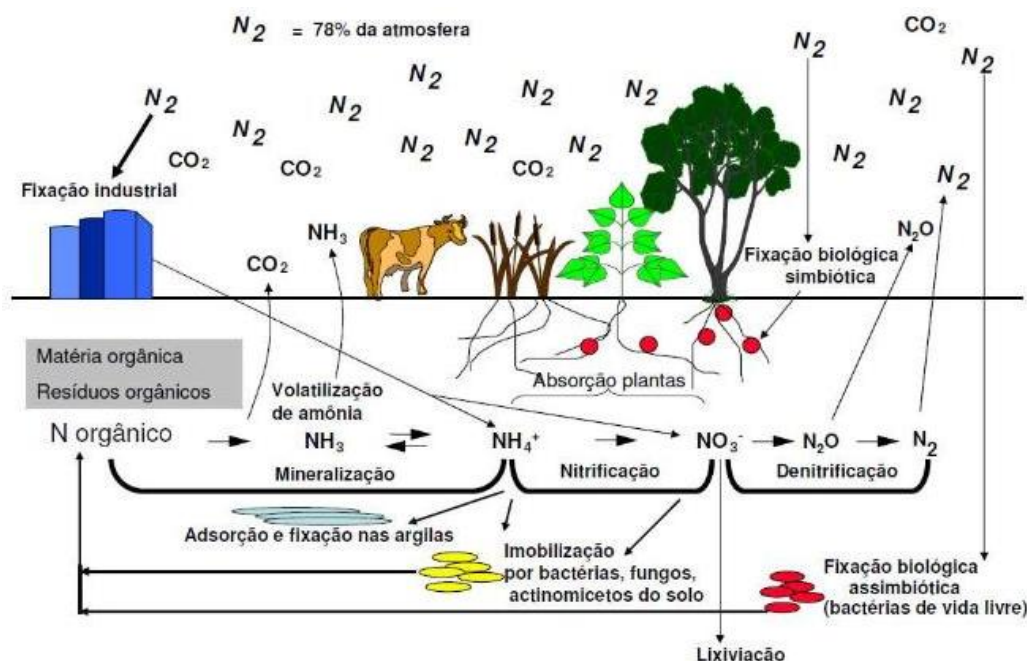


Figura 2. Esquema geral do Ciclo do Azoto

Fonte: Universidade de Minnesota, Estados Unidos

2.3 A importância do chorume nas explorações leiteiras

A dimensão e o nível de especialização das explorações leiteira influenciam as práticas de gestão dos resíduos e os efluentes. Na Dinamarca, por exemplo, as explorações de menor dimensão recorrem aos estrumes sólidos, enquanto as de grande dimensão, utilizam chorume (Happe et al., 2011). Na região de Entre Douro e Minho (EDM), tal como em Espanha (Merino et al., 2011), muitas explorações com menos de 20 CN encerraram a produção na última década. As explorações atuais praticam uma gestão de efluentes quase exclusivamente através do chorume. Nesta região, as explorações possuem um efectivo médio de 50 CN, o qual é inferior à média de países como o Reino Unido, Dinamarca, Irlanda do Norte ou Norte da Alemanha (Kristensen et al., 2005). No entanto, o encabeçamento por unidade de superfície agrícola ou área efetiva de forragens é muito superior no EDM (Entre Douro e Minho). Tornou-se porém necessário limitar o encabeçamento, tal como tem vindo a acontecer em muitos países europeus (Milne, 2005).

Como a gestão de efluentes é fundamental para o desenvolvimento de soluções efetivas que minimizem os problemas ambientais da atividade leiteira intensiva, sugerem-se

medidas mitigadoras da poluição ambiental provocada por esta atividade que podem ser aplicadas no EDM (Entre Douro e Minho).

Os solos do NW de Portugal possuem, geralmente, elevada fertilidade orgânica e média fertilidade mineral com influência sobre as funções essenciais de carácter ambiental e económico, como as de filtração da água, de troca de gases com a atmosfera, de agregação da terra arável e suporte das plantas, ou de armazenamento e fornecimento de água e de nutrientes às culturas, se não preservarem os seus teores de M.O.

A produção pecuária é suportada por uma dieta à base de forragens, pastagens, concentrados e suplementos. Ao nível da exploração, verifica-se que a produção forrageira utiliza quantidades elevadas de fertilizantes orgânicos e minerais, herbicidas, pesticidas e água de rega em ciclos periódicos bem definidos. A produção forrageira restringe-se normalmente a um número reduzido de espécies forrageiras de elevada capacidade produtiva, dentro de duas famílias, gramíneas e leguminosas, e que traduz um ecossistema de biodiversidade muito simplificada (POBLPEDM, 2007).

As instalações determinam um impacto paisagístico enquanto as características da sua construção e utilização influenciam as condições ambientais, a gestão e o bem-estar do efetivo pecuário e consequentemente a formação/capacidade de gestão dos dejetos e os subprodutos da produção pecuária. A este nível convém destacar o dimensionamento e o funcionamento das construções e equipamentos de remoção, de armazenamento e de gestão dos dejetos sólidos e efluentes líquidos, sejam originados diretamente pelos animais ou resultantes das atividades associadas à produção leiteira (Annicchiarico, 2011; DGS, DGC, DGA, 2004).

A análise realizada aponta claramente para um problema crescente que é urgente resolver ao nível do ordenamento do território, da gestão dos nutrientes no solo e dos problemas estruturais produtivos das explorações. Os riscos de poluição causados pela bovinicultura leiteira na Bacia Leiteira Primária do Entre Douro e Minho poderão diminuir com a utilização de boas práticas de gestão dos efluentes. Um conjunto de mecanismos e medidas promovidas pela administração, aceites e aplicados pelos produtores num quadro de sensibilização, formação e apoios públicos poderão convergir no sentido de minimizar este problema.

Até ao final do século XIX praticava-se a “agricultura orgânica” em que os sistemas de agricultura dependiam em forte medida da existência de efetivos pecuários sobretudo

para tração animal e se aproveitava o estrume produzido, e resíduos de origem agroflorestal após compostagem, para incrementarem os teores de M.O. do solo. Aguiar e Azevedo, 2011, referem que no final do séc. XIX, no Nordeste Transmontano, se chegou a recolher esterco de bovino para produzir calor dados os relatos de escassez de árvores. Impressionante pensar que a reduzida fertilidade do solo e a pressão dos pequenos ruminantes se tornou incompatível com os sistemas florestais e também problemas causados pelo aumento da população. Quando a área agrícola vital não foi suficiente para alimentar os níveis populacionais ocorreram fenómenos de emigração. (Castro, 2015)

A aplicação de adubos químicos apenas se iniciou no início do século XX e permitiu aumentar a produtividade por SAU. Mesmo assim, e tal como o afirmam Brito et al., 2006, os resíduos da produção pecuária e outros de origem agroflorestal continuam a ser em massa, e em volume, a maior categoria de resíduos em Portugal. Quase parece um contra-senso, imaginar que aquilo que tanta falta fazia nos sistemas agrícolas orgânicos, constitui nos dias de hoje um problema ambiental, porque apesar de serem aplicados ao solo com vantagens para a sua fertilidade e para a produtividade das culturas, estes resíduos podem, também, colocar problemas ambientais e prejudicar a segurança da cadeia alimentar.

As Boas Práticas culturais modernas consideram por isso que as correções do solo (orgânicas e de acidez do solo) e as fertilizações químicas devem ser feitas no sentido de apenas satisfazerem o défice da exploração em nutrientes, devendo promover-se a utilização equilibrada de todos os subprodutos da exploração que possuam valor fertilizante, tais como estrumes, chorumes, resíduos das culturas, lamas e águas residuais, entre outros.

A importação de fertilizantes em Portugal inaugurou-se com o nitrato do Chile, em 1882 (Rebelo da Silva, 1924). No entanto, já se incorporava azoto no solo através de técnicas de sideração do tremço, frequentes nas culturas de olival e vinha da Terra Quente durante a Primavera. Como nessa altura do ano a precipitação já não é tão intensa como no Inverno, e porque as plantas iniciaram o ciclo vegetativo, as quantidades de azoto fixadas pela associação mutualista entre raízes de leguminosas e bactérias do género *Rhizobium* eram totalmente absorvidas pelas plantas.

De facto, sendo o azoto muito solúvel em água, devem adotar-se técnicas culturais que limitem ao máximo o seu arrastamento pelas águas, diminuindo, assim, o risco de contaminação com nitratos dos lençóis freáticos ou dos cursos de água.

2.4 Mitigação dos efeitos do azoto introduzido no ambiente com as explorações de bovinos de produção de leite

Existem diversas possibilidades para a mitigação dos efeitos do azoto introduzido no ambiente com as explorações de bovinos de produção de leite. Não existe uma solução ideal para todas as situações sendo quase sempre desejável uma solução mista. (Pereira, 2005).

Destacam-se as seguintes possibilidades:

- Processos de separação das frações sólida e líquida
- Gestão dos resíduos e efluentes produzidos
- Biodigestão
- Adição ao chorume de inibidores de nitrificação
- Gestão integrada do azoto nos sistemas de cultura e nas práticas de produção

Processos de separação das frações sólida e líquida

Pela incorporação de chorumes no solo há vantagens na separação na fração sólida da fração líquida devido à melhoria que introduz nas propriedades de manuseamento do chorume, reduzindo a quantidade de M.O. dos líquidos e concentrando os nutrientes na fração sólida. A fração sólida do Chorume (FSC) pode ainda ser compostada para produzir um fertilizante rico em M.O. e nutrientes, com vantagens ambientais (Brito et al., 2006), obtendo-se um composto estabilizado, com isenção de odores ou microrganismos patogénicos, de fácil manuseamento, com menor volume do que o chorume original, com elevado valor comercial. Além disso, não sendo permitida a aplicação de chorumes de 1 de Novembro a 1 de Fevereiro (anexo II da Portaria 259/2012 de 28 de Agosto), este processo permite a redução dos volumes a armazenar durante o Inverno.

A FSC compostada apresenta uma razão C/N baixa, um baixo teor em azoto amoniacal e elevado em azoto nítrico, características benéficas para as plantas em fase de

crescimento, podendo ser recomendada até doses de 20 a 25 t/ha, sem prejuízo de se ultrapassar a dose máxima de azoto orgânico, de acordo com o código das boas práticas agrícolas para a proteção da água contra a poluição com nitratos de origem agrícola (Brito et al., 2006, Brito et al., 2008). Os mesmos autores referem tecnologias que podem ser aplicadas com vantagens económicas a chorumes de bovinos tais como a biometenização. Indicam ainda que a aquisição de equipamentos que suportem tecnologia para o processamento dos chorumes de bovinos só se justificará com efectivo igual ou superior a 100 CN ou em grupo para um efetivo até 1500 CN em regime associativo.

Os elevados custos deste tipo de equipamento poderão justificar-se se for garantido o retorno económico e se simultaneamente forem considerados também os retornos ambientais (Ford & Fleming, 2002). A decisão sobre a aquisição deste equipamento tem de considerar fatores económicos, associados à gestão da própria empresa.

Há iniciativas apresentadas por empresas como a CUF – Adubos de Portugal –para apoiar um projeto que estude e estruture a atividade de valorização da FSC. Para se avançar com o projeto descrito, numa primeira fase será necessário efetuar um levantamento do número de separadores a operar no Minho e Beira Litoral; esse número pode ser comparado com os valores descritos anteriormente – 1500 CN para cada separador. Numa segunda fase, efetuar estudos sobre a homogeneidade da FSC antes e depois de compostada, para se avaliar se a mesma é peletizável.

Num modelo ideal da avaliação global da futura atividade, os agricultores seriam envolvidos na separação da FSC da parte líquida através da utilização de um separador; posteriormente realizariam a compostagem da FSC nas suas explorações, sendo o produto final recolhido das explorações agrícolas pela CUF em parceria com outros agentes económicos locais, que procederiam *à posteriori* ao armazenamento, peletização, embalagem e comercialização do produto final (Brito et al., 2007).

Novas soluções aparecem no seio da Comunidade Europeia, sendo alvo de estudos aprofundados, tais como o *projeto Cordis* que envolve oito Universidades Europeias. Basicamente esse projeto envolve a indústria e tecnologia associada à produção de leite, com a colaboração direta de universidades e indústria pecuária, num projeto conjunto e abrangente. O grupo de investigadores está a desenvolver soluções para reduzir os impactos ambientais causados pelos dejetos das vacas que, de acordo com um estudo do *Worldwatch Institute*, são responsáveis pela emissão de 51% de todos os gases com

efeito de estufa (GEE), e que estão na origem de alterações climáticas, como o aumento da temperatura. De acordo com os resultados obtidos nesse estudo, a utilização das técnicas propostas permitem uma redução de até 50% da emissão de GEE, como o dióxido de carbono e o metano, e de quase 100% da emissão de outros gases prejudiciais, como o amoníaco, conforme é comunicado por Henrique Trindade, investigador do Centro de Investigação e de Tecnologias Agroambientais e Biológicas (CITAB) *in* [Porto Canal com Lusa, 13.01.2015](#).

O procedimento de tratamento do chorume (dejetos animais misturados com água) realiza-se através de processos de separação das frações sólida e líquida e de aditivos químicos e biológicos, que permitem a redução dos gases. Esse estudo apresenta alguns frutos muito promissores, estando a Comunicação Social a divulgá-los. É importante que haja interesse na divulgação de técnicas e processos que permitam limitar o impacto ambiental relacionado com a produção de leite. Esperamos, que com o nosso contributo, estejamos a traçar um caminho seguro no sentido da defesa do nosso planeta e da atividade económica associada à produção de leite.

Existem diversas formas de processamento do chorume, destacando-se alguns processos de separação tais como a dessorção, a coagulação ou floculação e precipitação, a evaporação (natural ou forçada), entre outras (Tavares, 2011). Estas tecnologias não foram abordadas em detalhe neste trabalho e tampouco se pretende abordar a possibilidade de produção de biogás através de digestão anaeróbica, tarefas que ficarão para desenvolvimento futuro.

A escolha da utilização da separação por parte do agricultor pela aquisição de um separador FSC e líquida está também relacionada com o facto de possuir uma área de SAU suficiente para efetuar a distribuição do chorume ao longo do ano.

Se não possui área suficiente, a utilização de um separador, implica logo o benefício de não necessitar de um volume de armazenagem tão elevado, potenciando a melhoria da gestão dos efluentes.

A separação da fase sólida e líquida do chorume, além de implicar aquisição e manutenção de um novo equipamento, obriga a disponibilização de tempo útil em mão de obra adicional e a um consumo de energia superior. São custos fixos não previstos, que carecem de algum cuidado na sua efetivação.

Gestão dos resíduos e efluentes produzidos

Em situações que não seja viável a utilização de tecnologia de separação das frações sólida e líquida, devem adotar-se “Boas Práticas Culturais” no sentido de se fazer uma gestão correta dos resíduos e efluentes produzidos a qual está indissociada da gestão do ciclo do azoto nas explorações de produção de leite. Através de legislação tentou-se regular a aplicação de chorumes, com medidas como a interdição da sua aplicação no solo em determinados períodos do ano e fases das culturas, para evitar contaminações. Esta solução implica que as explorações pecuárias possuam capacidade de armazenamento de chorumes. Não sendo a solução ideal é no entanto aquela que está a ser maioritariamente aplicada, conforme já foi referido atrás no ponto 2.3. No entanto, a Quercus veio em 2003 (<http://goo.gl/yc6Uel>) denunciar a eficácia destas práticas que resultaram da legislação comunitária, em particular decorrente da Diretiva Europeia para proteção da água contra a poluição com nitratos (Diretiva 91/676), publicando o Ministério da Agricultura em 1997 um Código de Boas Práticas Agrícolas, para além de outros documentos relativos a uma melhor compatibilização da atividade agrícola e agropecuária com a proteção do ambiente

É essencialmente sobre esta prática que debruço o meu trabalho. Procurei, verificando nas condições laborais das explorações agrícolas onde efetuei o inquérito, encontrar um procedimento que satisfizesse a maior parte das explorações envolvidas. O procedimento mais comum encontrado, dada a dimensão das explorações não ultrapassar na maior parte dos casos, 100 CN, foi a utilização do chorume diretamente na terra, sem qualquer tratamento. O chorume é armazenado em fossas e nitreiras e descarregado nos terrenos de cultivo na sementeira do Azevém e do Milho.

Tentei provar o quão importante é para o agricultor acompanhar o ciclo vegetativo do azevém e milho na forma como distribui o chorume no solo (mês do ano e quantidades envolvidas). Tentei provar que, não é importante descarregar chorume do solo, quando as culturas não necessitam de azoto, e que será importante armazenar chorume em quantidade suficiente, para o colocar nas mesmas quando realmente necessitam, tendo sempre o cuidado de cumprir a Diretiva 91/676.

Biodigestão

Outra possibilidade que tarda em ser implementada em Portugal é a produção de biogás através de biofermentações anaeróbicas. Esta solução é aplicada no entanto em diversas partes do mundo. Mesmo em Portugal é aplicada mas sobretudo no tratamento de

Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) nos Aterros Sanitários e no tratamento das lamas das Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) e muito pouco na pecuária.

Notícias:

Segundo notícias relatadas In Voz da Murtosa; 31.05.2010, uma pequena cidade de 20 mil habitantes na Holanda depende energeticamente da produção de biogás local. É também afirmado que a China pretende aproveitar o biogás para atingir em 2020 capacidade energética capaz de satisfazer 300 milhões de moradores rurais.

O processo de fermentação anaeróbia, anteriormente referido, consiste num processo em que os resíduos orgânicos sofrem uma degradação por ação de microrganismos anaeróbios, na total ausência de oxigénio. O processo ocorre naturalmente quando as condições envolventes o proporcionam. A ação humana através da construção de digestores anaeróbios recria as condições naturais de forma controlada. O processo ocorre em quatro etapas, envolvendo em cada uma delas diferentes tipos de bactérias. O produto inicial são os resíduos orgânicos (chorume animal, resíduos vegetais, frações de sólidos urbanos, resíduos da indústria alimentar, águas residuais). Os produtos finais são o metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O). (Gonçalves, 2005).

A produção de biogás tem tido sucesso considerável em países como a China, Índia, Alemanha, Reino Unido, Itália, França, principalmente em comunidades agrícolas.

Há um otimismo considerável em Portugal sobre a utilização do Biogás como recurso energético. Há necessidade de instalação de unidades que demonstrem a utilidade e a rentabilidade económica da sua instalação. (Anastácio, et al., 2010)

Adição ao chorume de inibidores de nitrificação

Compostos químicos como a Dicianodiamida (DCD) e o Fosfato de 3,4-dimetilpirazol (DMPP) entre outros (ver Quadro 1), são inibidores da nitrificação que retardam a oxidação bacteriana do ião amónio (NH_4^+), contrariando a atividade de bactérias *Nitrosomonas* no solo ao longo de um determinado período de tempo (de quatro a dez semanas). Estas bactérias transformam os iões de amónio em nitrito (NO_2^-), que é ainda transformada em nitratos (NO_3^-) por bactérias *Nitrobacter* e *Nitrosolobus*. O objetivo da adição de inibidores de nitrificação nos chorumes é controlar a perda de nitrato por lixiviação ou a produção de óxido nitroso (N_2O), através da desnitrificação da camada superior do solo, mantendo o N sob a forma de amónia mais tempo e, assim, aumentar a

eficiência do uso de N pelos sistemas radiculares das culturas. (Trenkel, 2010; Gibbons et al., 2004; Germon & Couton, 1999).

A adição de retardantes químicos será mais efetiva no Outono porque ocorre aumento de pluviosidade e as plantas ainda possuem reduzida capacidade de Extração de nutrientes do solo. Estão homologados diversos produtos que podem ser aplicados em chorumes ou em adubos azotados químicos.

A injeção de chorume no solo e o pré-tratamento por acidificação são eficientes na redução das emissões gasosas de NH_3 e N_2O . (Vieira et al., 2010, Figueiro et al., 2015).

Quadro 1. Lista de alguns inibidores de nitrificação patenteados na CE (adaptado de Trenkel, 2010 e Frye, 2005)

Nome Químico	Nome Comum	Desenvolvida Por:	Inibição após 14 dias (%)
2-chloro-6- (trichloromethyl-pyridine)	Nitrapyrin	Dow Chemical	82
4-amino-1,2,4-6-triazole-HCl	ATC	Ishihada Industries	78
2,4-diamino-6-trichloro-methyltriazine	CI-1580	American Cyanamid	65
Dicyandiamide	DCD	Showa Denko	53
Thiourea	TU	Nitto Ryuso	41
1-mercapto-1,2,4-triazole	MT	Nippon	32
2-amino-4-chloro-6-methyl-pyrimidine	AM	Mitsui Toatsu	31
3,4-dimethylpyrazole phosphate	DMPP	BASF	?
1-amide-2-thiourea	ASU	Nitto Chemical Ind.	?
Ammoniumthiosulphate (ATS)			?
1H-1,2,4-triazole	HPLC		?
5-ethylene oxide-3-trichloro-methyl-1,2,4-thiodiazole	Terrazole	Olin Mathieson	?
3-methylpyrazole	3-MP		?
1-carbamoyl-3-methyl-pyrazole	CMP	Neem	?

Gestão integrada do azoto nos sistemas de cultura e nas práticas de produção

Neste trabalho procurou-se desenvolver em particular a gestão integrada do azoto nos sistemas de cultura e nas práticas de produção. Por isso dedicamos a seguir uma revisão bibliográfica mais alargada.

2.5 Gestão integrada do azoto nos sistemas de cultura e nas práticas de produção

O Azevém natural (*Lolium multiflorum* L.) é uma forragem de sementeira outonal que desempenha uma função importante nas explorações agropecuárias por permitirem a obtenção de alimento verde sobretudo no Outono – Inverno (Moreira, 1980; Violeta et al., 2006). Também Crespo, 1980, refere a importância destas plantas por permitirem ocupar o solo num período do ano, Outono-Inverno, para o qual as hipóteses de cultivo são muito reduzidas.

A fácil implantação e exploração, o alto potencial produtivo, o forte afilamento e a grande capacidade de recrescimento fazem da cultura do Azevém natural a par com a do milho, as principais culturas de sustentação do sistema pecuário na região, ocupando 40% da SAU. (Lopes et al., 2006).

A intensificação da produção forrageira na região, com a reconversão das explorações tradicionais em explorações especializadas de agropecuária, especialmente nas de bovinicultura leiteira intensiva, tem sido feita à custa da intensidade de cultivo, associada à procura de rendimentos elevados, com o uso de elevados níveis de fatores de produção, nomeadamente de fertilizantes, e ao emprego de grandes quantidades de chorumes, produzidos pelas dejeções dos animais estabulados (Fernandes, 1998).

Segundo Moreira e Trindade, 1997, este sistema intensivo de cultivo, embora eleve a produção efetiva de biomassa agrícola por hectare tem conduzido a efeitos prejudiciais sobre o meio ambiente envolvendo o elemento azoto. Para além do mais é do conhecimento geral que do azoto aplicado como fertilizante, apenas 50-70% é utilizada pela cultura, e mesmo em condições ideais, não mais de dois terços do azoto aplicado como fertilizante é recuperado, pelo que existe a necessidade de se melhorar a eficiência de utilização do azoto pelas plantas mantendo o equilíbrio com o ambiente. Poderemos verificar através do Quadro 5 que a quantidade média de nutrientes excretados anualmente por unidade animal é elevada sendo particularmente preocupante a gestão do azoto com a incorporação da excreta na forma de chorume e implicando uma conduta que se deve reger por código de boas práticas.

A necessidade de se conhecer a eficiência de utilização do azoto pelas culturas em determinado condicionalismo edafo-climático é de extrema importância na determinação das quantidades de fertilizante a utilizar. Sanaa et al., 1992 e Carranca, 1996, referem a importância do ajustamento das fertilizações azotadas ao clima, tipo de

solo e práticas culturais, havendo a convicção generalizada que qualquer tentativa de extrapolação de resultados com outras condições climáticas ou práticas agrícolas pode influenciar a absorção e o balanço de N pela cultura. Os iões nitrato (NO_3^-), ou forma nítrica, estão mais sujeitos a perdas por lixiviação do que a forma amoniacal (NH_4^+), ficando estes retidos no complexo de troca e na M.O. do solo. O facto do solo se encontrar saturado, após a ocorrência das precipitações, pode originar perdas por desnitrificação com a produção de óxido nitroso (N_2O), durante os períodos de carência de oxigénio (Santos, 1991, 1995).

As temperaturas do ar no Outono/Inverno inibem parcialmente a atividade dos microorganismos, desfavorecendo a mineralização do azoto, isto é, a conversão de compostos orgânicos de N em iões inorgânicos de N. No entanto, a partir de Fevereiro/Março, com o aumento da temperatura, implica que haja maior quantidade de azoto disponível da forma amoniacal (NH_4^+), pela mineralização da M.O.

Atendendo ao clima da região EDM, parece recomendável o proposto por Moreira e Trindade, 1997, bem como as propostas do Código das Boas Práticas Agrícolas para as culturas outonais, visando a redução das perdas por lixiviação de nitratos, devendo:

- (1) Evitar ou reduzir a aplicação do azoto à instalação da cultura, atrasando-a até finais de Fevereiro, altura a partir da qual a planta apresenta maior eficiência na Extração do azoto do solo e as precipitações são menores;
- (2) Escolher variedades de milho forragem mais precoces, promovendo, desta forma a libertação mais cedo do solo para as sementeiras outonais, o que vai permitir um maior aproveitamento pela cultura de azevém do azoto mineral deixado no solo pela cultura de Verão e do disponibilizado, entretanto, através do processo de mineralização;
- (3) Aplicar a cobertura utilizar o fertilizante na forma de nitrato de amónio e evitar a aplicação de chorumes, facilmente perdidos nesta época do ano sobre a forma de lixiviados.

Na proposta de “abordagem e de solução do problema” sugere-se a colocação de metade do chorume fertilização de azevém em Fevereiro/Março de acordo com as necessidades de azoto de uma determinada cultura (componente N) e que são dadas a partir de curvas de extração de azoto características desenvolvidas por Agostinho e Pimentel, 2005 (Figura 3, Figura 4, Figura 5, Quadro 2, Quadro 3). Conforme indicado por Agostinho e

Fernando, 2011, devem fraccionar-se as fertilizações em função das necessidades da cultura minimizando o risco de lixiviações; encontram-se proibidas as aplicações de fertilizantes orgânicos 1 mês após sementeira ou plantação nas culturas de Primavera-Verão que não precedam culturas de Outono-Inverno. Deve também tomar-se em consideração que as culturas diferem nas necessidades de azoto (o azevém é menos exigente do que o milho).

Quadro 2. Valores médios de perdas de N por lixiviação, volatilização e escoamento superficial nos principais sistemas culturais da ZV1

Culturas Forrageiras	Lixiviação (%)	Volatilização (%)	Escoamento superficial (%)
Milho	4,3	1,5	0,0
Azevém	21,3	15,0	0,0



Figura 3. Comparação das curvas de aplicação e extração de N na produção de forragens (azevém/milho) – de acordo com Publicação Proj. Agro 35

Quadro 3. Quantidades de N extraído pelas culturas forrageiras da ZV1 (kg/ha) (extração semanal) e produção forrageira (t/ha)

Produção (t/ha)	Azevém		Milho-forragem	
	63		78	
Semana nº	Extração acumulada	Extração semanal	Extração acumulada	Extração semanal
1	1	1	6	6
2	1,3	0,3	10	4
3	1,4	0,1	16	6
4	2,3	0,9	24	8
5	2,5	0,2	34	10
6	3,5	1	60	26
7	4	0,5	106	46
8	5	1	152	46
9	6	1	200	48
10	8	2	240	40
11	9	1	280	40
12	11	2	306	26
13	13	2	316	10
14	15	2	326	10
15	19	4	328	2
16	23	4	328	0
17	28	5	328	0
18	33	5		
19	39	6		
20	44	5		
21	52	8		
22	67	15		
23	82	15		
24	101	19		
25	120	19		
26	141	21		
27	167	26		
28	193	26		



Figura 4. Extração de N do Azevém (kg/ha) – Fertilização azotada ZV1

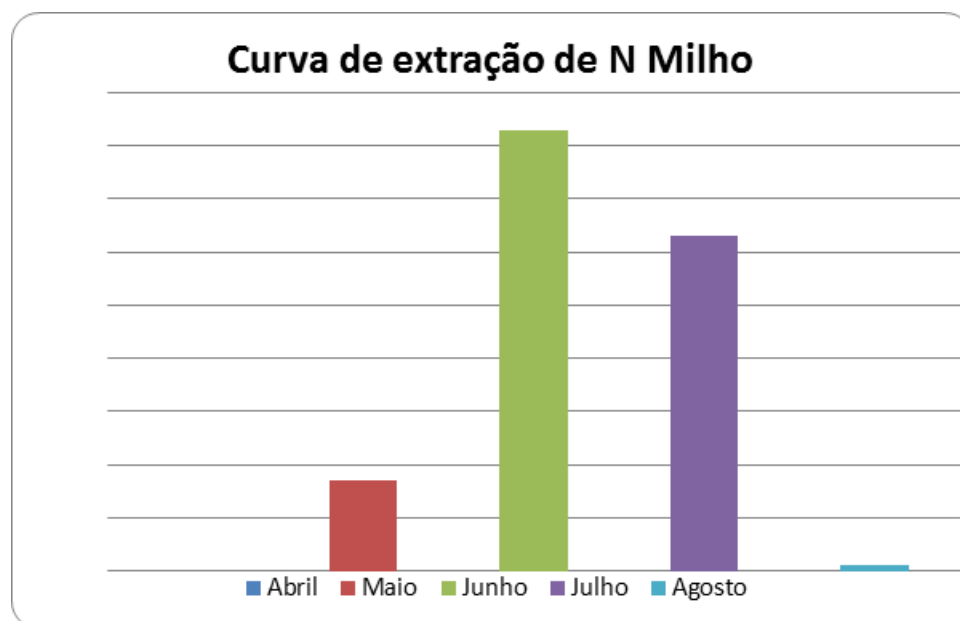


Figura 5. Extração de N do Milho (kg/ha) – Fertilização azotada ZV1

Quadro 4. Quantidade máxima de N a aplicar às culturas (kg/ha)

Culturas	Quantidade de N a aplicar às culturas (kg/ha)	
	Para a produção de referência indicada	Quantidade máxima admissível
Azevém para produções de 10 t/ha (por cada aumento de produção de 1 t/ha, o acréscimo a aplicar é de 25kg/ha)	100	150
Milho forragem para produções de 60 t/ha (por cada aumento de produção de 5 t/ha, o acréscimo de azoto a aplicar é de 25kg/ha)	225	305

A quantidade máxima de azoto a aplicar às culturas é indicada no Quadro 4. Nos cuidados a ter nos procedimentos de culturas de Outono (adubação azotada) deve-se, neste caso, incluir o azevém atendendo aos reduzidos crescimentos que se verificam durante o Outono e o Inverno, por um lado, e à habitual concentração das chuvas nestas duas estações do ano. São elevados os riscos de arrastamento do azoto nítrico pelas águas de lixiviação e ou escoamento na época de chuvas intensas. Por isso as quantidades de azoto a aplicar nas adubações de fundo, por ocasião da sementeira, deverão ser sempre reduzidas e sob forma amoniacal e/ou ureica. Pode mesmo não ser recomendável a aplicação de qualquer quantidade de azoto, utilizando as culturas semeadas nesta altura do ano, nas suas primeiras fases de crescimento, algum azoto mineral existente no solo, proveniente da cultura anterior e ou da mineralização da M.O., contribuindo, assim, para reduzir as perdas de nitratos nas águas das chuvas. A fertilização azotada deverá, sobretudo, ter lugar mais tarde, em cobertura (Código das Boas Práticas Agrícolas). Nestes casos convirá realizar as aplicações de chorume precedendo a sementeira e continuando-as enquanto for possível entrar com as máquinas nas searas, guardando um intervalo de cerca de três semanas entre as duas aplicações sucessivas. A operação de aplicação do chorume só deverá ser feita com o solo em bom estado de humidade. Isso porque, por um lado, um solo demasiado húmido não terá capacidade para reter o chorume, que terá tendência a acumular-se em poças à superfície do solo ou a escorrer superficialmente para terrenos adjacentes. Contrariamente, os danos são mínimos quando a distribuição do chorume é feita com o solo relativamente seco.

Quadro 5. Quantidade média de nutrientes excretados anualmente por unidade animal e sua conversão em CN (ver Anexo I – Código das Boas Práticas Agrícolas, Ministério da Agricultura)

Espécie pecuária: BOVINO (Definição de acordo com Art. 2º, DL. 81/2013 de 14 de Junho)	Nutrientes excretados				Nutrientes excretados		
	kg por animal				kg por CN		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CN	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Vaca leiteira	115	41	184	1,2	95,8	34,2	153,3
Vaca mãe sem vitelo	80	30	120	1	80	30	120
Vaca aleitante-raças pesadas (> 500 kg pv)	90	32	125	1	90	32	125
Vaca aleitante-raças ligeiras (<500 kg pv)	70	26	110	0,8	87,5	32,5	137,5
Bezerro ou vitelo criação <1 ano	25	7,5	35	0,4	62,5	18,8	87,5
Bezerro ou vitelo criação 1 a 2 anos	40	13	60	0,6	66,7	21,7	100
Bezerro ou vitelo para criação > 2 anos	55	20	75	0,8	68,8	25	93,8
Vitelo recria/engorda (de 50 kg a 200 kg pv)	5	1,5	2,7	0,4	12,5	3,8	6,8
Vitelo em aleitamento (até 350 kg pv)	34	8	34	0,4	85	20	85
Bovino de engorda intensiva	41	14	41	0,8	51,3	17,5	51,3
Bovino de engorda em pastoreio	65	18	80	0,8	81,3	22,5	100
Touro reprodutor	50	18	85	1	50	18	85

Cuidados a ter nos procedimentos de culturas de Primavera/Verão (adubação azotada): considera-se que as quantidades de precipitação na Primavera/Verão em quase todo o território continental são habitualmente pequenas e os riscos de arrastamento do azoto pelas águas das chuvas são relativamente reduzidos na maior parte dos solos. Por isso, o azoto poderá ser todo aplicado na adubação de fundo nas culturas de ciclo vegetativo mais curto, como é o caso do milho grão e silagem (Código das Boas Práticas Agrícolas, Ministério da Agricultura).

Nas culturas regadas em que seja possível a fertirrigação, o azoto poderá ser aplicado gradualmente de forma a satisfazer as necessidades fisiológicas dessas culturas ao longo do seu ciclo vegetativo.

Nos corretivos orgânicos, a manipulação e técnicas de aplicação de chorumes condicionam largamente o efeito destes fertilizantes orgânicos sobre o ambiente, quer no que respeita às perdas de azoto por volatilização para a atmosfera ou arrastamento pelas águas, quer no tocante à libertação de odores desagradáveis. Estas operações deverão, por isso, realizar-se de maneira a minimizar tanto quanto possível tais efeitos. Os chorumes deverão, nas épocas adequadas, espalhar-se uniformemente sobre o

terreno e de seguida ser incorporados o mais brevemente possível no solo com uma lavoura cuja profundidade dependerá da espessura da camada que se pretenda beneficiar. Assim se reduzirão as perdas por volatilização do azoto sob a forma de amoníaco bem como a libertação de cheiros desagradáveis. Os chorumes são habitualmente transportados para o campo em cisternas ou tanques e distribuídos à superfície do terreno nu, precedendo as sementeiras ou plantações anuais.

Estas condições e soluções enquadram-se em legislação nacional e europeia das quais destacamos a Diretiva Nitratos; O Decreto-Lei nº 235/97 de 3 de Setembro, veio regulamentar o efeito dos nitratos de origem agrícola na poluição do meio hídrico em Portugal. Essa poluição está quase sempre associada à agricultura intensiva e ainda ao exagero do uso de fertilizantes. A matéria regulada por este Diploma além de pretender proteger as águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola, pretende ainda clarificar atribuições e responsabilidades das entidades com intervenção neste domínio. No Código das Boas Práticas Agrícolas constam as regras cujo objetivo é a redução da poluição causada por nitratos, que pressupõem nomeadamente:

- 1) Os períodos em que a aplicação de fertilizantes aos solos não é apropriada; (Portaria nº259/2012 de 28 de Agosto)
- 2) A aplicação de fertilizantes em terrenos com forte inclinação;
- 3) A aplicação de fertilizantes em terrenos saturados de água, inundados, geados ou cobertos de neve;
- 4) As condições de aplicação de fertilizantes nas proximidades de cursos de água; A capacidade e a construção de depósitos e estrume animal, para evitar a poluição da água pela drenagem e derramamento para as águas subterrâneas ou superficiais de líquidos que contenham estrume/chorume animal e efluentes de materiais vegetais, tais como silagem;
- 5) O método de aplicação de fertilizantes, incluindo a dose e a uniformidade do espalhamento, tanto dos fertilizantes químicos, como do estrume/chorume animal, de forma a manter as perdas de nutrientes para a água a um nível aceitável;
- 6) As doses máximas permissíveis de aplicação de fertilizantes aos solos, compatíveis com a boa prática agrícola e tendo em conta as características da zona vulnerável em questão, devem assegurar que a exploração agrícola ou pecuária não exceda anualmente 170 kg de azoto por hectare.

O objetivo principal da “Diretiva Nitratos” é a redução da poluição das águas causada ou induzida por nitratos de origem agrícola.

3 APRESENTAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1 Caracterização da Área de Estudo

A área de estudo insere-se na Bacia Leiteira Primária de Entre Douro e Minho e da Zona Vulnerável nº 1 (ZV1) (Figura 6). Fica localizada no Litoral Norte Atlântico, caracterizada por ter solos de boa aptidão agrícola, com recursos hídricos abundantes. Paisagisticamente é muito complexa com regime de propriedade de minifúndio. Esta região possui também um tecido empresarial significativo associado a uma elevada densidade populacional e possui ainda diversos centros urbanos de média a grande dimensão. Relativamente população ativa residente denota-se um decréscimo do sector primário em favor do sector secundário e terciário.



Figura 6. Enquadramento territorial da Bacia Leiteira Primária de Entre Douro e Minho (EDM) e Zona Vulnerável n.º 1 (ZV1)

A fisiografia (ver Figura 7) caracteriza-se por ser plana ou suavemente ondulada, apresentando apenas algumas encostas pouco inclinadas de baixa altitude.

A hidrografia (Figura 8) caracteriza-se pela grande densidade de cursos de água, alguns com alguma importância, que desaguam no Oceano Atlântico. Os Rios Neiva e Ave limitam geograficamente a área a norte e a sul respectivamente, e o Rio Cávado, de posição central, com solos nas margens de grande aptidão agrícola.

A proximidade ao mar e a disposição montanhosa no seu limite oriental conferem-lhe uma forte influência atlântica que se caracteriza por um clima suave, com temperaturas amenas, humidade relativa elevada e chuvas abundantes. A precipitação média anual cresce de sul para norte (Figura 9). Bio climaticamente enquadra-se nas tipologias de bioclima Mediterrânico Pluvial Oceânico nas áreas litorais e sublitorais (em geral com altitudes inferiores a 200 metros), e um bioclima Temperado (Submediterrânico) Hiper-Oceânico nas áreas serranas (Rivas-Martínez *et al.*, 2002. Pela classificação de *Thorntwaite*, o clima é húmido a muito húmido, mesotérmico, com nula a moderada deficiência de água no Verão, grande excesso de água no Inverno e nula ou pequena concentração da eficiência térmica.

Litologicamente diversificada, com largas extensões de aluvião ao longo dos vales menos encaixados e alguns afloramentos graníticas e xistosos nas zonas mais elevadas.

De acordo com a Carta de Solos da DRAEDM (Figura 10) existem seis tipos de solos na ZV1: antrossolos (26,2%); regossolos (10,6%); cambissolos (9,1%); fluvisolos (2,5%); arenossolos (1,1%); leptossolos (0,7%); dunas e areias de praia e sapal (0,5%). As zonas urbanas e florestadas não constam desta cartografia e representam 44,9% da área. Os solos são sobretudo de natureza siliciosa tendencialmente acidificantes. Apresentam boa aptidão agrícola, sobretudo os solos localizados ao longo das linhas de águas e das principais várzeas.

A análise do uso do solo foi feita com base na interpretação da cartografia de ocupação do solo de 1990 (COS 90) e de 2000, da responsabilidade da Direção Geral do Território (DGT). Constata-se que a área de matos tem aumentado ao longo dos tempos, pensa-se que devido às áreas florestais ardidas, e verifica-se ainda um aumento das áreas urbanas. A área agrícola, em 2000, representava 34,42% da área total. A área urbana, 14,39%, a área florestal com tendência a diminuir, é de 33,99% da área total. Entre o período de 1989 e 2009 verificou-se uma redução da SAU bastante significativa (-32,3%), com uma taxa de variação maior nas freguesias de Paradelas (Barcelos) e Gandra (Esposende). O município de Barcelos foi o que perdeu maior SAU nesse período (Figura 11).

Os centros urbanos tendem a expandir-se, nem sempre com um planeamento integrado ocasionando uma forte rede viária e presença quase constante de edificações. As explorações pecuárias estão por isso também próximas das malhas urbanas e por isso os

problemas ambientais e paisagísticos associados são potenciados ocorrendo já alguma conflituosidade social.

Tradicionalmente recorre-se ao sargaço como fonte de nutrientes dos solos para produção de hortícolas nas zonas litorais de Vila do Conde, Póvoa de Varzim e Esposende. Nas zonas próximas de áreas de matos (bouças) persiste a incorporação de matos para compostagem (estrumes de bovinos), ainda que de menor modo que outrora. O sistema campo-bouça, característico de todo o território, assenta num sistema simbiótico de gestão integrada entre o espaço de produção agrícola e a floresta (bouças), onde o gado possui um papel importante em toda a sua dinâmica. Este sistema agroflorestal permite a troca e reciclagem de materiais, sendo assim um sistema produtivo agrícola, ecológico e equilibrado (Aguar et al., 2005). A disponibilidade em água deste território permitiu no passado a entrada da cultura do milho, revelando-se determinante na realidade produtiva e sócio económica da região. A conjugação destes fatores contribuiu para o aparecimento dos bovinos, que para além do estrume produzido no aproveitamento de matos e subprodutos florestais, produziam leite, carne e trabalho. A forte pressão urbana e periurbana, a industrialização desregrada, e a especialização de sectores de produção, descaracterizaram a paisagem e potenciaram danos ecológicos, levando à degradação do sistema campo-bouça e ao abandono agrícola.

Embora estejam presentes na área da Bacia cerca de duas dezenas de tipos de habitats naturais do Anexo I da Diretiva 92/43/CEE, maioritariamente representados no interior das escassas áreas classificadas (Rede *Natura 2000*, Rede Nacional de Áreas Protegidas), a biodiversidade tem sido pressionada pela presença humana. Caracteriza-se a paisagem por áreas urbanizadas descaracterizadas, campos agrícolas reticulados e explorações silvícolas de pinheiro-bravo e eucalipto com ordenamento deficiente ou inexistente. As zonas florestais são agora sobretudo áreas de vegetação natural à base de matos e matagais.

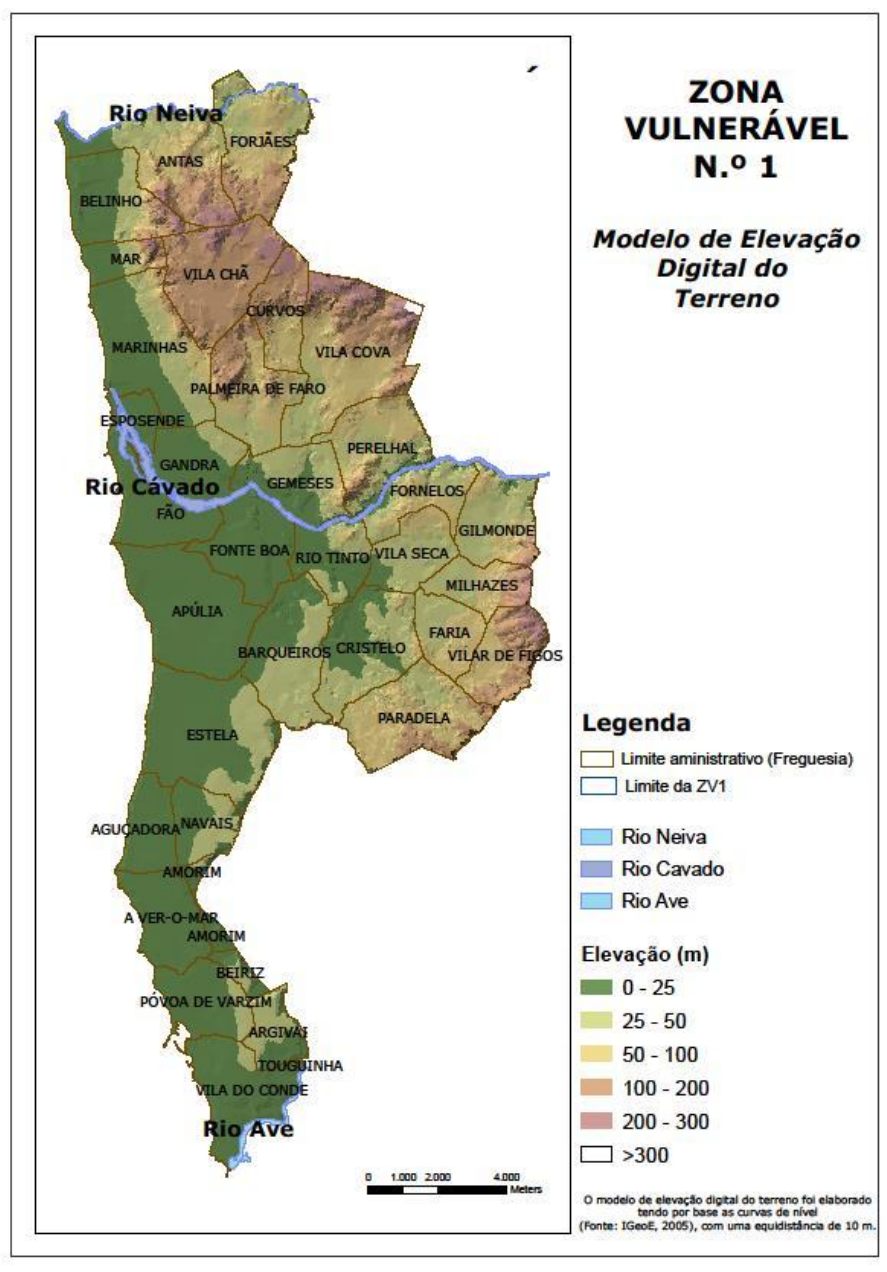


Figura 7. Modelo de elevação digital do terreno da ZV1

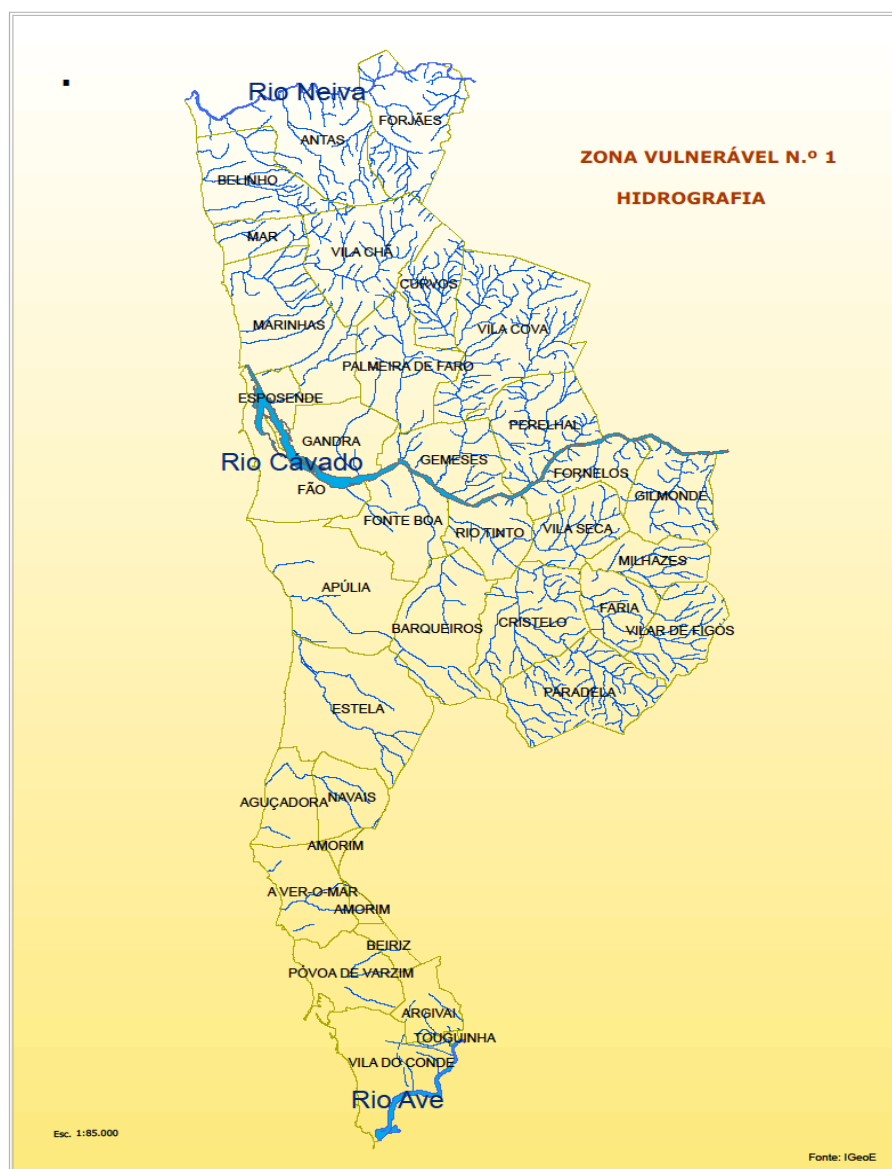


Figura 8. Hidrografia da ZV1

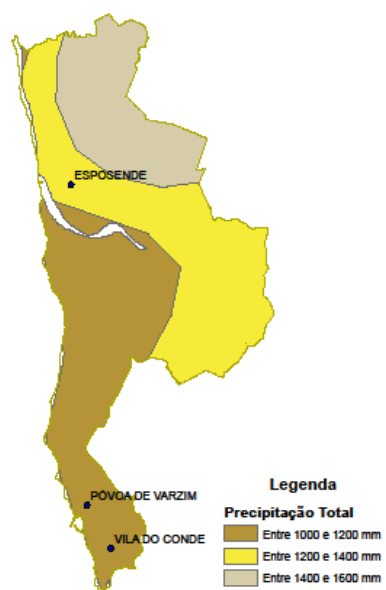


Figura 9. Precipitação média anual (mm) (período 1931-1960) para a ZV 1

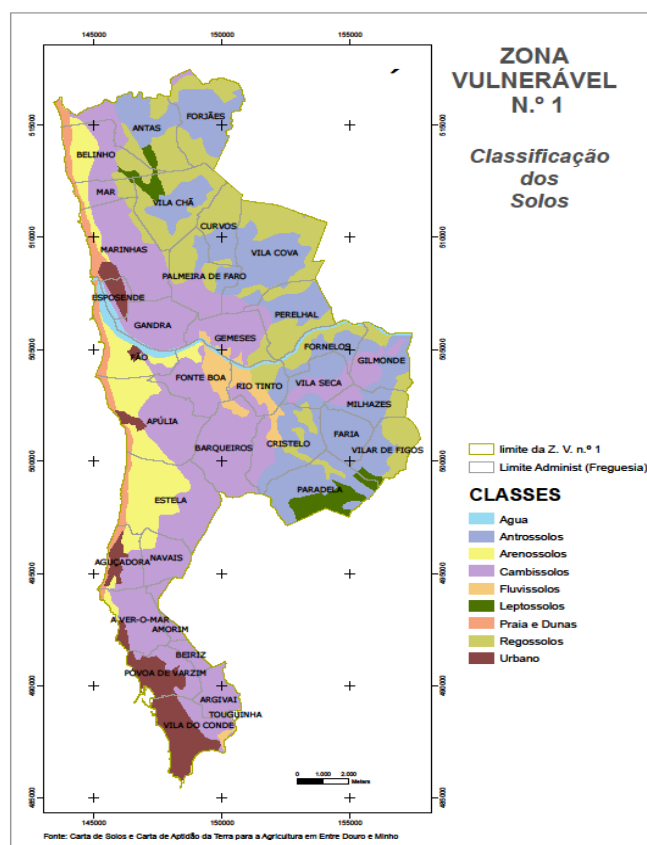


Figura 10. Cartografia da classificação dos solos da ZV1. (Fonte: AgroConsultores e Geometral, 1995; AgroConsultores e Geometral, 1999)

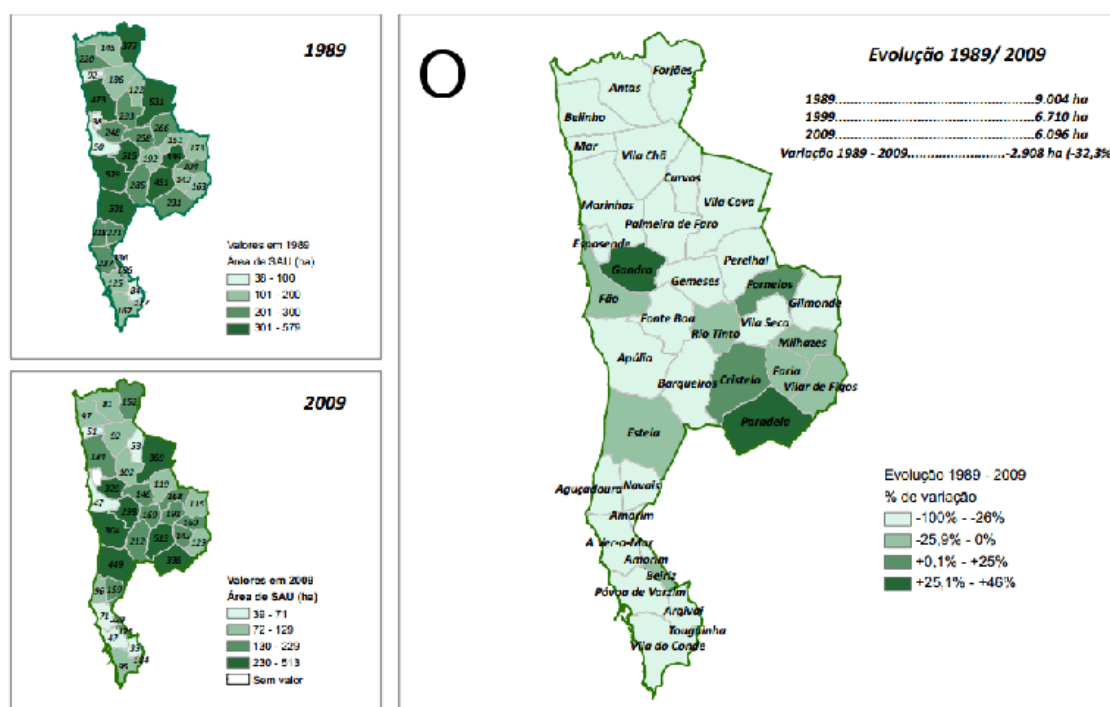


Figura 11. A evolução da SAU na ZV1 (1989, 1999 e 2009)

3.2 Caracterização socio-económica das explorações

Em Portugal Continental, verifica-se que a distribuição da produção de bovinos de leite se concentra mais no litoral e Alentejo. Mas destaca-se a região de EDM, como uma das regiões mais importante para a bovinicultura, em particular para produção de leite (Figura 7). O estudo da Estratégia Nacional para os Efluentes Agropecuários e Agroindustriais (ENEAPAI) confirma o que afirmamos, colocando esta região no ranking nacional em segundo lugar (estudo efetuado só para Portugal continental), a seguir ao Alentejo, na distribuição do efetivo de vacas aleitantes e dos vitelos de produção de carne. A EDM encontra-se no entanto em primeiro lugar, no que diz respeito à distribuição do efetivo leiteiro. Segundo este documento, o EDM, juntamente com a Beira Litoral, possuem 66% do efetivo leiteiro e 71% das explorações, e é também nestas duas regiões onde se localizam os concelhos com maior concentração de explorações em regime intensivo. O diagnóstico sectorial do leite e lacticínios, indica que as quotas leiteiras também se concentram nesta região (EDM e Beira Litoral), e que na campanha de leite de 2004-2005, foram estas as regiões que obtiveram maior margem de lucro.

Os resultados dos inquéritos efetuados pelo Ministério da Agricultura demonstram grande diversidade na dimensão, estrutura e características produtivas das EPL, que resultam da diferenciação espacial e temporal do meio natural onde se inserem, das características e da evolução dos fatores económicos, sociais e culturais que as envolvem e das respetivas dinâmicas internas. As unidades produtivas continuam a assumir um carácter familiar. No entanto, aparecem algumas explorações com uma estrutura e orientação empresarial individual ou em forma de sociedade de agricultura de grupo, por quotas e outro tipo de sociedades. Os titulares das explorações são maioritariamente do sexo masculino, com uma idade média aproximadamente de 50 anos e formação escolar ao nível do 1º ciclo e com atividade exclusiva na exploração. (INE, 1989, 1991, 1993, 2001, 2001a, 2001b, 2001c, 2014).

No que respeita à dimensão física das explorações, estas apresentam uma SAU média de aproximadamente 10 ha. Em muitas EPL a SAU corresponde, quase na prática, à área forrageira (9.5 ha) de regadio (9.2 ha). A estrutura parcelar é fragmentada e dispersa, distribuída por vários blocos com um número médio de 14 por unidade produtiva, o que nos indica uma dimensão média por parcela de 0.71 ha. Estas são exploradas sobretudo por conta própria (5.6 parcelas) e arrendamento (5.1 parcelas).

A sucessão de culturas dominante azevém/milho determina a maior expressão espacial da produção vegetal associada à bovinicultura de leite. Este sistema de produção forrageiro apresenta uma reduzida variabilidade cultural, com períodos curtos e bem definidos de sementeira e colheita, operações que recorrem a uma elevada mecanização e mão-de-obra. Após a colheita realiza-se a distribuição dos fertilizantes orgânicos produzidos na exploração, antes da instalação da nova cultura de modo a fornecer-lhe nutrientes e gerir a capacidade de armazenamento de acordo com a legislação em vigor. Nem sempre o ciclo das variedades utilizadas, a dimensão das fossas e as condições meteorológicas permitem uma gestão correta e equilibrada dos efluentes. Algumas explorações apresentam ainda áreas dedicadas à horticultura, floricultura, culturas permanentes nomeadamente a vinha e o pomar.

No geral verifica-se um grau de especialização e intensificação significativa e crescente ao nível da exploração e em paralelo, processos de concentração e uniformização espacial, acompanhados por uma diminuição do número de explorações e aumento da dimensão média das unidades. Esta realidade e dinâmicas remetem para um conjunto de

problemas e condicionantes, não só em termos sectoriais, mas em toda a envolvente regional com repercussões económicas sociais e ambientais.

Importa ainda referir a forte valorização do fator terra em termos de estrutura fundiária produtiva, que impede o crescimento e por vezes não se adequa ao efetivo da exploração, as deficientes condições estruturais da exploração ao nível das instalações e equipamentos com reflexos no bem-estar animal assim como, na gestão de efluentes, nomeadamente recolha, armazenamento e distribuição dos dejetos, com implicações no licenciamento das explorações. Outro aspeto relevante refere-se à componente solo e às atividades vegetais que lhe estão associadas, nomeadamente da quantidade de fertilizantes orgânicos e minerais utilizados, das práticas culturais assim como, da gestão da água de rega.

Da análise deste (sub) capítulo e a título de resumo importa reter as seguintes ideias e potencialidades:

- (1) Elevado peso do efetivo bovino da região de EDM e da bacia no contexto nacional;
- (2) Significativo número de explorações com orientação técnico-económica em bovinos de leite;
- (3) Área com características edafoclimáticas, hídricas e geomorfológicas que favorecem a atividade agrícola, nomeadamente o desenvolvimento de pastagens;
- (4) Boas condições para a nutrição animal;
- (5) Boa acessibilidade;
- (6) Circuitos comerciais existentes;
- (7) Existências de cooperativas de produtores.

Ao nível dos principais estrangulamentos verifica-se:

- (1) Número elevado de animais por hectare, nomeadamente nos concelhos onde há predomínio de vacas leiteiras, com consequências na contaminação do solo e recursos hídricos;
- (2) Fragmentação da exploração num elevado número de blocos;
- (3) Reduzida dimensão das explorações agrícolas;

- (4) Reduzida dimensão económica das explorações;
- (5) Elevada faixa etária dos produtores singulares;
- (6) Reduzido número de ativos no sector;
- (8) Reduzido número de explorações com produtores a trabalhar a tempo total ou cuja origem do rendimento do agregado provém exclusivamente ou principalmente das atividades agrícolas;
- (9) Baixo nível de instrução dos produtores singulares e reduzida especialização profissional;
- (10) Conflitos resultantes da proximidade das explorações bovinas aos centros urbanos;
- (11) Reduzido número de explorações que promovem boas práticas ambientais, tais como agricultura biológica, proteção integrada ou tratamento de resíduos sólidos.

A realidade e as condicionantes dos sistemas de produção locais implicam um maior conhecimento do conjunto e de cada uma das unidades como forma de inovar no que se refere ao conjunto do sistema bem como, de cada técnica e tecnologia que melhore a aplicação e gestão do azoto.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Nota introdutória

De acordo com os objetivos e motivações deste trabalho, referidos no capítulo 1, procurámos através de inquéritos a explorações leiteiras (ponto 4.2), caracterizar o sector produtivo da área de estudo e avaliar os constrangimentos do sistema de gestão dos ciclos de produção e as aplicações do azoto nos sistemas culturais de produção forrageira para autoconsumo (ponto 4.3).

4.2 Realização de um inquérito a explorações leiteiras

Análise da realidade biofísica: com o objetivo de caracterização e formação de tipologias dos sistemas de produção e exploração foram consultados e integrados os resultados de um inquérito realizado a um conjunto das unidades produtivas com orientação técnico económica para a produção de leite. Neste âmbito, e nesse trabalho consultado, verificou-se a georreferenciação e inquirição presencial de um universo de 1978 explorações leiteiras com recolha de dados referentes: i) à identificação, localização e natureza jurídica da exploração; ii) ao produtor e o agregado familiar; iii) à estrutura fundiária e à produção vegetal; vi) à caracterização das atividades animais e gestão do efetivo; v) às instalações e equipamentos; vi) à remoção, tratamento e aplicação de efluentes e resíduos.

Realização de um inquérito: para o desenvolvimento do trabalho de análise do procedimento de distribuição do chorume nas culturas do Azevém (Outono-Inverno) e ainda Milho/forragem (Primavera-Verão) pelos agricultores produtores de leite elaborou-se um inquérito que envolveu 15 explorações agrícolas (em anexo), que propusemos a agricultores, instalados em explorações dentro da ZV1, adicionalmente a outros com SAU parcialmente dentro, e ainda, a outros com SAU totalmente fora da ZV1 (mas com explorações próximas dos limites da ZV1).

Os dados obtidos no inquérito, foram tratados individualmente, procurando-se sempre a obtenção de conclusões globais. Apesar de os inquéritos terem sido dirigidos a entidades concretas, mantivemos o anonimato dos intervenientes.

Os dados recolhidos foram organizados da seguinte forma:

(1) Localização da exploração

(1.1) Área da exploração em hectares, com descrição da área dentro e fora da ZV.

(1.2) Total de CN existentes na exploração. O número de CN foi calculado no pressuposto de que uma CN equivalente a um bovino com mais de 24 meses de idade, que produz um volume de efluente diário de 45 litros de fezes acrescido de 5 litros de águas brancas (Marçal, 2002); um bovino de 6 a 24 meses de idade equivale a 0,6 CN e um bovino até 6 meses de idade, 0,2 CN

Nota importante: entrou em vigor a partir de 24 de Novembro de 2015 o regime jurídico de licenciamento na DGV das explorações de bovinos, de acordo com o Decreto-Lei nº 202/2005 de 24 de Novembro. Este regime pretende disciplinar a atividade do sector de bovinos, assegurar o correto funcionamento da exploração bovina com vista a garantir a sanidade animal, o bem-estar animal, a saúde pública e a proteção do ambiente, e melhorar a competitividade das explorações pecuárias.

Do estipulado no DL realçam-se as seguintes obrigações no licenciamento:

(1) Listagem exaustiva das estruturas de armazenagem do chorume, sendo elas fossas e/ou nitreiras; dessa forma calculámos o valor total da capacidade de armazenamento de cada unidade agrícola. Os resultados referentes à capacidade de armazenamento de efluentes foram comparados com a capacidade mínima para as explorações de bovinos abrangidos por este regime jurídico, que define: i) $\geq 7 \text{ m}^3$ por CN, para explorações dotadas apenas de armazenagem e, ii) $\geq 6 \text{ m}^3$ por CN para explorações com sistema de separação da Fração Sólida do Chorume (FSC).

(2) Listagem exaustiva das parcelas registadas no parcelário, a sua área, se se encontram dentro ou fora da ZV, da sua utilização cultural e a forma de rotação entre azevém e milho. O tipo de milho silagem instalado é importante para calcularmos as necessidades globais da exploração em N. O mesmo se passa com a cultura de azevém.

(3) Previsão da produção de chorume anual da exploração: a produção global está diretamente relacionada com as CN da mesma. A quantidade de azoto nos efluentes (chorume e águas brancas) das EPL é calculada com base na composição média de 2,8 kg N/m³ de efluente, de acordo com o Decreto-Lei referido.

(4) Definição das datas em que o chorume produzido pelos animais é distribuído no terreno: registo no inquérito de como, quando, e que quantidade de chorume o agricultor o coloca nas parcelas, e as datas específicas em que o realiza.

Análise dos dados disponibilizados; é com base nesses dados que elaborámos o presente estudo, em que equacionamos a possibilidade de aplicação de um plano de gestão do chorume produzido, alternativo ao utilizado no presente pela maioria das explorações agrícolas inquiridas, conscientes de que o mesmo ao ser aplicado poderá eventualmente ter um efeito benéfico imediato na diminuição do impacto da poluição associada ao excesso de N no solo, na água e na atmosfera (cujo efeito sabemos estar diretamente relacionado com o aquecimento global do planeta). É o azoto que se infiltra no solo é transportado pela água das chuvas e regas, contaminando diretamente os aquíferos, linhas de água e nascentes (Kronvang et al., 2004). Com o nosso plano de melhoria, pretendemos analisar o impacto que o agricultor obterá num eventual acréscimo de produtividade/ha nas culturas realizadas. Pretendemos com o procedimento em teste, aproximar o mais possível a curva de extração de N das culturas, com uma nova forma de distribuição do chorume ao longo do ano (Agostinho e Marçal, 2005).

Na nossa amostra de 12 explorações agrícolas (de produção de leiteira), de um universo de 1978 explorações leiteiras existentes, centrámos o estudo quase exclusivamente na forma como as mesmas realizam a gestão do azoto no solo. A amostra foi aleatória, visto se pretender apenas verificar a repetibilidade de procedimentos.

4.3 Análise e realização de uma melhor gestão dos ciclos de produção e as aplicações do azoto

Considerando os objetivos do nosso trabalho procurámos através da realização de um modelo, baseado na experiência acumulada pelos agricultores ao longo dos anos, equacionar um acerto técnico entre:

- (1) As **necessidades nutricionais** das plantas instaladas (neste caso, azevém e milho), nos momentos em que o chorume é colocado à sua disposição;
- (2) A **disponibilidade de chorume** das fossas de retenção, nas datas em que se pretende espalhá-lo nos terrenos;
- (3) A **associação de ambos os fatores** (necessidades nutricionais e disponibilidade de chorume) com as condições climáticas nas datas em que se pretende distribuí-lo nos campos.

Com a conjugação destes fatores, pretendemos elaborar um relatório que pressuponha uma alteração sensível na conduta dos agricultores, de forma a evitar:

- a) **Desperdício de chorume:** evitar que o mesmo seja distribuído no solo em datas em que se demonstra ser desnecessário para as culturas;
- b) **Não cumprimento das adequações técnicas:** pretendemos que se verifique uma relação directa entre as disponibilidades de chorume existente nas fossas num determinado momento e as necessidades nutricionais das culturas instaladas. Pretende-se dessa forma evitar desperdícios.
- c) **Impactos ambientais desfavoráveis** e indesejáveis, motivados pela distribuição de chorume nos terrenos em datas não recomendáveis, que sabemos propiciarem e favorecerem a poluição dos aquíferos, do ar e da própria terra.

5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

A caracterização e a gestão dos sistemas de produção implica compreender a complexidade dos problemas ambientais associada às atividades das EPL para a definição de um quadro de soluções quanto à dimensão tecnológica e organizacional que apresentem no conjunto, uma visão sistémica dos métodos de produção locais e a respetiva contextualização social, política e territorial.

5.1 Apresentação e análise dos resultados de aplicação e extração do azoto

O primeiro passo que realizámos neste estudo, correspondeu à recolha de dados nas explorações agrícolas de acordo com esquema geral do inquérito idealizado.

Primeiro, verificámos as condições gerais de laboração: (i) a área da superfície agrícola útil, (ii) o número de cabeças normais presentes na exploração (CN), (iii) o volume de produção de chorume em m³/ano, e ainda (iv) a contabilização da capacidade global das estruturas de armazenamento de chorume, cujos dados apresentamos no Quadro 6.

Quadro 6. Caracterização das explorações agrícolas em resultado dos inquéritos

Inquérito	CN	SAU (ha)	CN/ha	Efluentes (m ³ /ano)	Capacidade. (m ³)	Autonomia (%)	Autonomia (meses)	Aumento de capacidade (%)
1	32,0	9,0	3,6	461	380	82%	9,9	0%
2	88,2	11,0	8,0	1441	491	34%	4,1	47%
3	84,6	28,1	3,0	1275	706	55%	6,6	0%
4	131,0	18,8	7,0	2334	1914	82%	9,8	0%
5	131,0	20,2	6,5	1875	923	49%	5,9	2%
6	131,0	99,6	1,3	1686	1308	78%	9,3	0%
7	129,2	20,7	6,2	2136	656	31%	3,7	63%
8	111,2	18,7	5,9	1837	1418	77%	9,3	0%
9	28,4	5,6	5,1	417	154	37%	4,4	36%
10	72,0	14,0	5,2	1203	509	42%	5,1	18%
11	91,2	7,8	11,7	1532	849	55%	6,6	0%
12	1266,6	242,6	5,2	20870	15245	73%	8,8	0%
Média	93,62	41,35	5,72	3089	2046	58%	7,0	14%

Os **efluentes** realmente contabilizados pelas explorações (m³) são inferiores aos valores esperados em cerca de 17%.

A razão entre a capacidade de armazenamento das instalações e a produção de efluentes em m³/ano é um indicador da **autonomia** real da exploração de armazenagem de chorume. Em termos médios é igual a 7 meses.

Considerámos que as explorações deveriam ter uma capacidade de armazenamento de chorume para uma autonomia de pelo menos 6 meses. Das 12 explorações inquiridas, 7 estão com capacidade adequada. As restantes 5 necessitam dum **acréscimo** de cerca de 33%.

O **encabeçamento** encontrado de 5,72 CN/ha é ligeiramente superior ao valor médio para a BLN (5CN/ha) indicado por Brito et al., 2006. O inquirido 11 afecta o valor encontrado porque possui um encabeçamento elevado para a SAU. Esta exploração não será provavelmente auto-suficiente na produção de forragem, não tendo tampouco capacidade para gestão sustentável dos efluentes produzidos internamente. Retirando esta exploração, as restantes apresentam um encabeçamento médio de 5,18 CN/ha.

A exploração do inquirido 12 destaca-se das restantes pela dimensão muito maior, possuindo uma SAU de 242,6 ha. No entanto o encabeçamento aproxima-se do valor médio para a BLN. Retirando da análise as explorações dos inquiridos 11 e 12, a SAU média encontrada para as restantes explorações inquiridas é próxima de 25 ha e um encabeçamento de 5,17 CN/ha. Pelo enunciado julgamos que a amostra é representativa da população global da BLN.

A forma como é aplicado o chorume nas culturas pelos 12 inquiridos é indicada no Quadro 7.

Quadro 7. Aplicações mensais de chorume pelos 12 inquiridos (totais mensais de chorume em m³, médias mensais de chorume em m³/ha e médias mensais de N (kg/ha)

	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
Aplicações totais (m ³)	3906	3919	0	0	0	466	3595	11532	12712	590	271	75
Aplicações (m ³ /ha)	11	9	0	0	0	2	6	26	32	3	2	0
Aplicações de N (kg/ha)	31	26	0	0	0	6	18	72	90	9	4	1

Os 12 inquiridos aplicam um total de 37 065 m³ de chorume sobre a SAU total de 496,2 ha, o que equivale a cerca de 12 355 cisternas de 3m³, resultando uma aplicação média de 92,2 m³/ha (31 cisternas de 3m³/ha). Da aplicação de chorume resulta uma

incorporação anual de 258 kg/ha de N, valores muito próximos dos valores médios anuais de 266 kg/ha de N indicados por Moreira, 1994 para a BLPEDM.

A partir do Quadro 8 poderemos avaliar a forma como os 12 inquiridos aplicaram azoto no solo através da distribuição de chorume. Constatamos que todos cumpriram as restrições previstas da “Diretiva Nitratos” de não aplicarem chorume entre Novembro e Janeiro.

Quadro 8. Quantidade N colocada no solo (kg /ha) (valores obtidos nos 12 inquéritos realizados)

Inquérito	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
1	31,1	21,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	90,6	0,0	0,0	0,0
2	38,0	38,0	0,0	0,0	0,0	25,4	45,7	50,7	116,9	30,4	20,3	0,0
3	20,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	41,8	34,0	1,0	0,0	0,0
4	28,1	28,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	148,9	142,4	0,0	0,0	0,0
5	20,8	20,8	0,0	0,0	0,0	7,5	27,7	69,3	93,0	20,8	0,0	0,0
6	7,0	5,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,9	17,7	0,0	0,0	0,0
7	25,7	28,0	0,0	0,0	0,0	40,6	44,0	51,0	42,0	23,8	23,8	10,1
8	22,4	22,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	119,6	110,2	0,0	0,0	0,0
9	54,9	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0	42,4	68,2	17,0	7,5	0,0
10	30,0	30,0	0,0	0,0	0,0	2,4	20,0	52,1	86,3	20,0	0,0	0,0
11	72,1	72,1	0,0	0,0	0,0	0,0	21,6	194,6	191,5	0,0	0,0	0,0
12	23,8	25,9	0,0	0,0	0,0	0,0	30,0	77,9	83,3	0,0	0,0	0,0
Média	31,2	26,4	0,0	0,0	0,0	6,3	17,8	72,1	89,7	9,4	4,3	0,8

Observando em pormenor a exploração do inquirido 3 (Quadro 6) verificámos que a autonomia real desta exploração para armazenagem de chorume oscila entre os seis e sete meses, encontrando-se dentro da média geral. A forma como esta exploração distribui o chorume produzido pelas duas culturas mais significativas, azevém (Outono/Inverno), e milho (Primavera/Verão), é indicada no Quadro 9. Do volume total de chorume produzido nesta exploração foi distribuído: (1) 31,6% na cultura de azevém e (2) 68,40% na cultura de milho. Considerando que cada m³ de chorume contém 2,8 kg de N (disponível), esta exploração aplicou num ano 3 570 kg de N sobre 28,14 hectares (SAU), correspondendo por isso a uma quantidade anual de 126,87 kg/ha de N, bastante inferior aos valores médios anuais. A exploração possuía um encabeçamento de 3 CN/ha, também inferior ao normal.

Quadro 9. Forma de distribuição pelas culturas do chorume de auto-produção na exploração que correspondente ao inquérito 3

Azevém		Milho	
Mês distribuição chorume	Quantidade - m ³	Mês distribuição chorume	Quantidade - m ³
Setembro/Out	403	Março	100
Fevereiro	0	Abril	420
		Maio	341,76
		Junho	10
Total	403 (31,6%)	Total	871,76 (68,40%)

Quadro 10. Extração média mensal do azoto (kg/ha) pelas forrageiras azevém e milho (culturas estremes e em consociação)

Cultura	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
Azevém	1,3	2,2	5,5	10	25	57	92					
Milho									34	166	126	2
Azevém x milho	1,3	2,2	5,5	10	25	57	92	0	34	166	126	2

Fonte: Agostinho e Fernando, 2005.

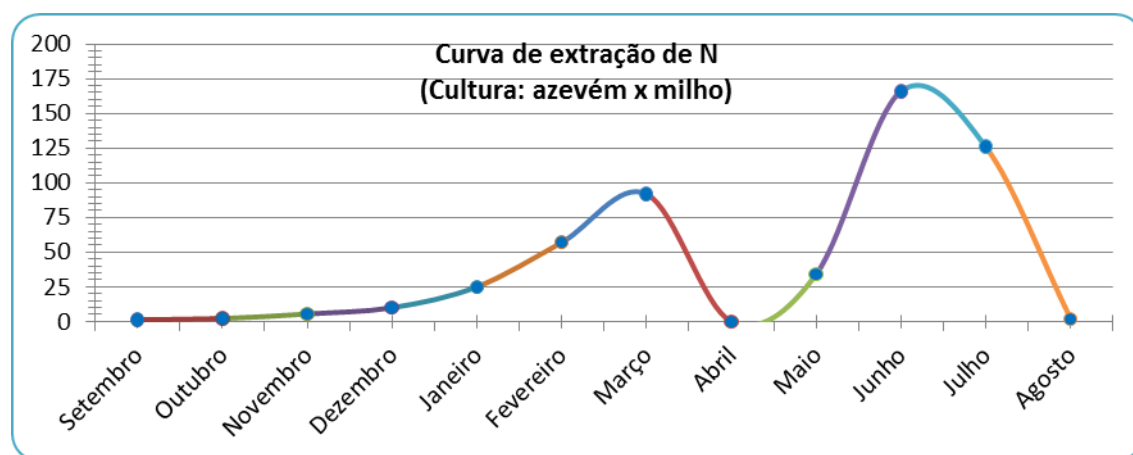


Figura 12. Extração média mensal do azoto (kg/ha) pela consociação cultural forrageira azevém x milho (Agostinho e Fernando, 2005).

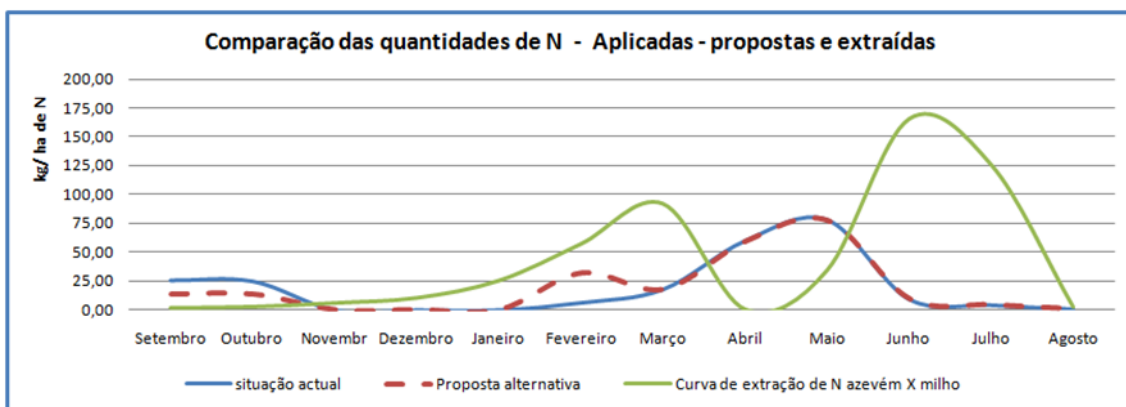


Figura 13. Gráfico correspondente ao resultado obtido nos inquéritos realizados às explorações – N colocado no solo (kg/ha) – conjugado com a curva de extração de azoto

Análise da situação global verificada nas 12 explorações inquiridas

Considerando a totalidade dos dados obtidos nos inquéritos realizámos uma análise conjunta, envolvendo as doze explorações inquiridas. A base de referência neste trabalho foi a curva de extração do azoto referenciada por Agostinho e Fernando, 2005 (

Quadro 10 e Figura 12), que corresponde às necessidades azotadas das culturas do azevém e milho. Essa curva foi comparada com a forma como o chorume foi distribuído nos campos como fonte de azoto para as culturas. Nos 12 inquéritos realizados verificámos que os agricultores distribuíram quantidades muito variáveis de azoto, variando de 0 (zero) (nos meses de interdição), até 89,7 kg/ha de N (média de Maio). Os agricultores colocaram em média na fase de cultura de instalação de azevém - cultura de Outono/Inverno - nos meses de Setembro e Outubro, 31,2 e 26,4 kg/ha de N, respetivamente (Quadro 8). Parece-nos que os agricultores aplicam no solo demasiado chorume nos meses de Setembro e Outubro, data em que o azevém acabou de ser semeado, sendo as suas necessidades nutricionais, mínimas. O chorume colocado no solo nessa data poderá contaminar seriamente os aquíferos, visto ser uma época normalmente muito pluviosa. Uma redução para metade da quantidade de azoto a colocar no solo (através do chorume) nesses dois meses, armazenando o excedente para ser colocado no solo em Fevereiro/Março, em que as necessidades nutricionais da cultura do azevém são máximas, seria uma atitude razoável, também defendida por Agostinho e Fernando, 2005.

Propusemo-nos estudar a exequibilidade técnica de reduzir em cerca de 50% as aplicações dos meses de Setembro e Outubro, guardando o excedente (cerca de 28 kg/ha de N) para posterior aplicação nos meses de Fevereiro/Março, de acordo com a capacidade de Extração da cultura instalada, assim como nos meses de Maio e Junho. No Quadro 11 ilustramos o Balanço mensal da Incorporação e da Extração de N no solo (kg/ha) para a consociação forrageira azevém x milho para valores médios de incorporação obtidos por inquérito e valores alternativos propostos. No mês de Abril, porque é nula a capacidade de Extração, uma vez que o solo se encontra inculto, sugerimos a aplicação da produção corrente. Desta forma tentamos reduzir os volumes armazenados de chorume para aumento de capacidade de armazenamento de meses posteriores e simultaneamente aproximar as necessidades azotadas das culturas ao longo do ano agrícola com a colocação de chorume no solo.

Comparámos a curva de extração de azoto com a forma tradicional de distribuição de chorume realizada pelos agricultores inquiridos (designada na tese como “situação atual”). Depois comparámos as duas com a “proposta alternativa”. Nessa proposta pretendemos provar que, ao alterar um procedimento apenas, podemos aproximar-nos com benefício geral tanto dos agricultores, como do ambiente, da curva descrita de extração de azoto pelas culturas.

Analisando a Extração média mensal do azoto (kg/ha) pelas forrageiras azevém e milho (culturas estremeas e em consociação) (Quadro 10 e Figura 13) e o Balanço da Incorporação e da Extração de N no solo (kg/ha) para a consociação forrageira azevém x milho para valores de incorporação obtidos por inquérito e valores alternativos propostos (Quadro 11) verifica-se que nos meses de Novembro, Dezembro e Janeiro, de acordo com a “Diretiva Nitratos”, não é permitida a distribuição de qualquer chorume nas culturas. Na fase de instalação do azevém, durante os meses de Setembro e Outubro, as suas necessidades nutricionais são muito baixas (1,3 e 2,2 kg N/ha). O agricultor, nesta altura, normalmente esvazia a quase totalidade do chorume armazenada no solo (31,2 kg/ha em Setembro e 26,4 kg/ha em Outubro). Dessa forma tenta fazer gestão da capacidade de armazenamento para poder suportar, sem sobressaltos, os três meses em que não pode esvaziar as fossas e cisternas. Nos meses de Fevereiro e Março, a capacidade de Extração da cultura do azevém é máxima (57 kg e 92 kg N/ha). Nessa altura é benéfico para a cultura a colocação no solo todo o chorume em *stock*.

Quadro 11. Balanço mensal da Incorporação e da Extração de N no solo (kg/ha) para a consociação forrageira azevém x milho para valores médios de incorporação obtidos por inquérito e valores alternativos propostos (aplicação do chorume com cisternas de 3m³)

	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Total
Capacidade de extração (kg/ha de N)													
Azevém e Milho	1,3	2,2	5,5	10,0	25,0	57,0	92,0	0,0	34,0	166,0	126,0	2,0	521,0
Incorporação de N (kg/ha)													
Actual	31,2	26,4	0,0	0,0	0,0	6,3	17,8	72,1	89,7	9,4	4,3	0,8	258,0
Proposta	15,6	13,2	0,0	0,0	0,0	57,0	92,0	21,5	34,0	24,8	0,0	0,0	258,0
Variação	-15,6	-13,2	0,0	0,0	0,0	50,7	74,2	-50,6	-55,7	15,3	-4,3	-0,8	0,0
Número de cisternas de 3m³ para aplicação de chorume por hectare													
Actual	4	3	0	0	0	1	2	9	11	1	1	0	31
Proposta	2	2	0	0	0	7	11	3	4	3	0	0	31
Variação	-2	-2	0	0	0	6	9	-6	-7	2	-1	0	0
Excedentes de N incorporados no solo (kg/ha)													
Actual	29,9	24,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	72,1	55,7	0,0	0,0	0,0	181,8
Proposta	14,3	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,5	0,0	0,0	0,0	0,0	46,8
Variação	-15,6	-13,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-50,6	-55,7	0,0	0,0	0,0	-135,0
Quantidade de N armazenado nas Fossas e Nitreiras (kg/ha)													
Actual	40,3	35,4	56,9	78,4	99,9	115,1	118,8	68,2	0,0	12,1	29,3	49,9	58,7
Proposta	70,4	78,7	100,2	121,7	143,2	107,8	37,3	37,3	24,8	21,5	43,0	64,5	70,9
Variação	-30,2	-43,3	-43,3	-43,3	-43,3	7,3	81,5	30,9	-24,8	-9,4	-13,7	-14,6	-12,2
Quantidade de chorume armazenado nas Fossas e Nitreiras (m³)													
Actual	14,4	12,6	20,3	28,0	35,7	41,1	42,4	24,3	0,0	4,3	10,5	17,8	21,0
Proposta	25,1	28,1	35,8	43,5	51,2	38,5	13,3	13,3	8,8	7,7	15,4	23,0	25,3
Variação	-10,8	-15,5	-15,5	-15,5	-15,5	2,6	29,1	11,0	-8,8	-3,4	-4,9	-5,2	-4,4

Reduzindo a aplicação de chorume no mês de Setembro e Outubro e armazenando-o, tornaria possível acompanhar as necessidades da cultura do azevém para incorporação nos meses de Fevereiro e Março. No entanto, os agricultores incorporam apenas 6,3 kg de N em Fevereiro e 17,8 em Março. Propomos que se reforce nessa fase a aplicação de chorume com a incorporação de 57 kg de N em Fevereiro e 92 kg de N em Março indo ao encontro das necessidades culturais. Esse facto permite pensar numa redução ainda mais drástica de colocação de chorume no solo nos meses de Setembro e Outubro, para colocar o diferencial nos meses de Fevereiro e Março.

Se no mês de Fevereiro se verificar uma elevada precipitação, a distribuição do chorume deverá ser retardada até que os pressupostos da “boas práticas agrícolas” possam ser aplicados.

No caso do milho, a cultura é colocada no solo no mês de Maio; nesse mês a pluviosidade é relativamente baixa, é um mês mais quente e seco (proximidade do verão) havendo portanto um risco menor de lixiviação de N após aplicação do chorume no solo. Todo o ciclo de crescimento do milho se processa na Primavera/Verão.

Face ao crescimento rápido do milho, é opção válida colocar no solo o máximo de chorume durante o mês de instalação e seguintes; o N disponibilizado por chorume durante esse período (Maio – Julho) não é suficiente por si só para suprir as necessidades nutricionais do milho, que são de 34 kg/ha em Maio, 166 em Junho e 126 em Julho. No entanto, a partir de meados de Junho, como o crescimento do milho é muito rápido, é gradualmente dificultado o acesso do trator às áreas cultivadas, impossibilitando as aplicações de chorume durante o mês de Julho; esse motivo reforça a importância de aplicar o chorume durante Maio e Junho, tentando reduzir o *stock* de chorume e adquirir capacidade de armazenamento para a instalação do azevém no Outono/Inverno.

Cada unidade de azoto proveniente do chorume que é colocado no solo e é bem aproveitado pelas culturas corresponde a menos uma unidade de azoto químico que é necessário adquirir. No caso do milho, sabemos que toda a incorporação de azoto através do chorume é insuficiente para as necessidades da cultura. O milho necessita de 166 kg/ha de N em Junho e 126 kg em Julho; a incorporação de N no solo nessa fase através da aplicação do chorume é insuficiente para as necessidades das culturas. A diferença tem de ser equilibrada através de adubação azotada.

No caso de azevém, as necessidades de azoto em kg/ha a colocar no solo são muito menores – 57 kg em Fevereiro e 92 em Março; se alterarmos o procedimento normal dos agricultores para o “alternativo”, que consiste em armazenar parte do chorume que é distribuído normalmente no solo em Setembro/Outubro para o distribuir apenas no mês de Fevereiro, podemos verificar que a necessidade de suplementação da cultura com nitratos se torna mínima ou até nula.

No entanto a aplicação da “solução alternativa” preconizada nesta tese apresenta alguns inconvenientes ou condicionantes. O encabeçamento médio dos inquiridos é de 5,72

CN/ha, ligeiramente superior ao valor médio para a BLN (5 CN/ha) indicado por Brito et al., 2006, refletindo-se isso diretamente na capacidade de armazenamento de chorume, na maior parte dos casos, limitada a menos de 6 meses; por esse facto o agricultor tem dificuldade em armazenar os fluxos constantes de chorume que os seus animais produzem diariamente, necessitando distribuí-lo regularmente nos campos. Impossibilitado de distribuir chorume nos meses de Novembro, Janeiro e Fevereiro, o agricultor é por vezes forçado descarregar abundantemente durante o mês de Outubro para adquirir capacidade de armazenamento até Fevereiro. O chorume distribuído em Outubro resulta do armazenamento acumulado de 5 meses, desde o mês de Maio, altura em que as fossas são esvaziadas para instalação da sementeira do milho.

Comparámos a percentagem de enchimento das fossas estimada por inquérito de campo e com a proposta de alteração de conduta (Quadro 6, Quadro 11, Quadro 12 e Figura 14). Tal como referido atrás, 5 das 12 explorações necessitam dum **acréscimo** de cerca de 33% na sua capacidade de armazenamento, que corresponde a um **acréscimo** de cerca de 14% no universo das 12 explorações.

Com a proposta de alteração prevê-se uma **variação nula** na Incorporação de N (**258** kg/ha). No entanto, estima-se que haja um **decréscimo** de 74% nos Excedentes de N incorporados no solo (kg/ha) mas com um **aumento** cerca de 21% na Quantidade de chorume armazenado nas Fossas e Nitreiras (m³).

Quadro 12. Comparação da percentagem de enchimento das fossas após realização das fertilizações (situação actual de acordo com valores apurados nos inquéritos e situação proposta de alteração de prática agrícola)

	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai
atual (%)	6,73	18,50	33,72	27,43	20,92	37,33	53,50	69,68	78,96	79,70	47,82	6,08
proposta (%)	6,73	18,50	33,72	38,98	44,25	60,03	76,20	92,38	79,47	80,20	48,33	7,54

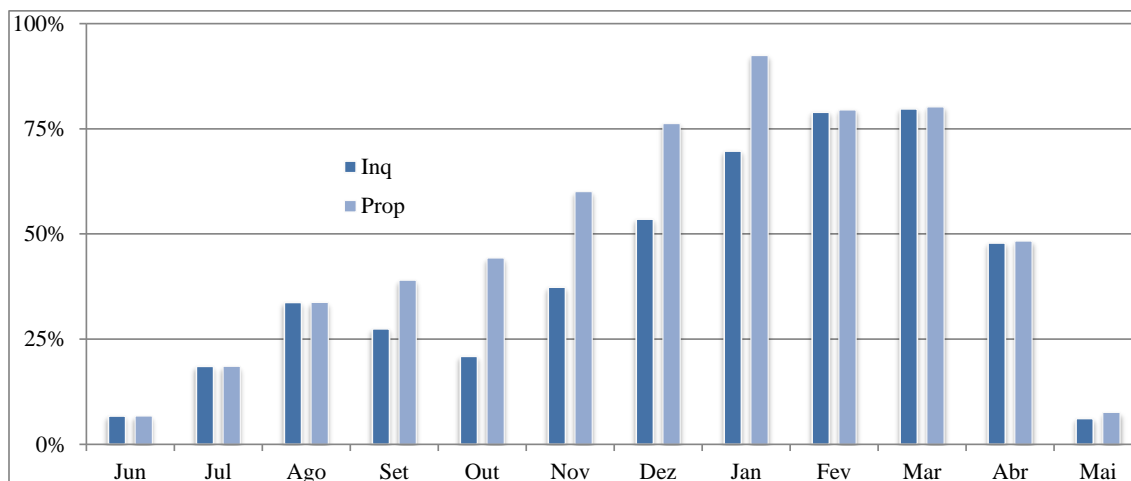


Figura 14. Comparação da evolução média de enchimento das fossas (estimativa por inquérito e estimativa resultante da alteração proposta)

Pela análise dos dados dos inquéritos constatámos que os valores médios globais podem não corresponder fielmente à realidade porque não consideram a dimensão e o nível de técnico da exploração. Assim, paralelamente à análise realizada e exposta, realizámos uma outra, complementar, que pressupunha a divisão das explorações inquiridas em três grandes grupos:

- 1) Explorações que distribuem, via chorume, até 200 kg/ha/ano de N (disponível).
- 2) Explorações que distribuem entre 200 e 300 kg/ha/ano de N (disponível).
- 3) Explorações que distribuem mais de 300 kg/ha/ano de N (disponível).

Com esta subdivisão, pretendemos analisar, no pressuposto de que as explorações não possuam dificuldade de armazenamento de chorume, o impacto de uma utilização racional de todo o chorume produzido, calculando o impacto favorável no evitar de desperdício de N.

Ilustram-se no Quadro 13 os valores de N aplicados mensalmente na forma de chorume, com os quais se obtiveram as médias mensais por grupo e médias globais. Considerando a capacidade de Extração mensal de N pelas culturas em análise, indicada por Agostinho e Fernando, 2005, esquematiza-se no Quadro 11 o Balanço mensal da Incorporação e da Extração de N no solo (kg/ha) para estimativa dos excedentes da aplicação de azoto por hectare. Quando não é excedida a capacidade de campo, as

perdas por lixiviação serão mínimas. Mesmo assim assumimos que o azoto excedentário mensal se perde todo por lixiviação.

Considerando a interdição legal de distribuição de chorume durante os meses de Novembro, Dezembro e Janeiro, e as capacidades de Extração mensais de N pelas culturas propusemos uma alteração nos procedimentos que implicam uma redução das quantidades aplicadas nos meses de menor capacidade de extração e um reforço da aplicação nos meses restantes.

Pela análise do balanço da aplicação de azoto para a situação real e proposta, verificámos que poderá haver uma redução significativa dos excedentes de azoto aplicados no solo e com um mínimo investimento no aumento da capacidade de armazenamento instalada.

Pela proposta que preconizamos, no grupo 1 (Quadro 14) prevê-se um **acréscimo** de 98% na Incorporação de N (kg/ha) implicando um **aumento** no número de cisternas a aplicar por hectare de 13 para 25. Estima-se que haja um **decréscimo** de 65% nos Excedentes de N incorporados no solo (kg/ha) e uma **redução** cerca de 18% na Quantidade de chorume armazenado nas Fossas e Nitreiras (m³).

No grupo 2 (Quadro 15) prevê-se um **decréscimo** de 9% na Incorporação de N (kg/ha) implicando uma **redução** no número de cisternas a aplicar por hectare de 30 para 27. Estima-se que haja um **decréscimo** de 74% nos Excedentes de N incorporados no solo (kg/ha) mas com um **aumento** cerca de 82% na Quantidade de chorume armazenado nas Fossas e Nitreiras (m³).

No grupo 3 (Quadro 16) prevê-se um **decréscimo** de 37% na Incorporação de N (kg/ha) implicando uma **redução** no número de cisternas a aplicar por hectare de 50 para 31. Estima-se que haja um **decréscimo** de 77% nos Excedentes de N incorporados no solo (kg/ha) mas com um **aumento** cerca de 165% na Quantidade de chorume armazenado nas Fossas e Nitreiras (m³).

Em termos absolutos parece haver uma **redução** de 65 para 23 kg/ha de N no grupo 1. No grupo 2 os excedentes reais serão **reduzidos** de 163 para 43 kg/ha de N. No grupo 3, em que os volumes de chorume são maiores, poderá haver uma **redução** de 336 para 80 kg/ha de N. Não considerando agrupamento, os excedentes de N passariam de 182 para 47 kg/ha, valores mais próximos do grupo 2 com maior número de explorações inquiridas.

Parece-nos que com uma simples mudança de atitude na aplicação mensal do chorume, poderemos contribuir para um aumento da eficiência da aplicação do N nas culturas e redução dos excedentes descarregados para o meio ambiente.

Os produtores de leite inquiridos foram ainda questionados acerca das restantes possibilidades para a mitigação dos efeitos do azoto introduzido no ambiente com as explorações de bovinos de produção de leite. Alguns responderam favoravelmente em relação à possibilidade de aproveitar a FSC tendo em consideração os apoios de fundos comunitários que garantem uma taxa de apoio da ordem dos 50% ou mesmo eventualmente superior, para a realização do investimento. Essa possibilidade teria de ser integrada num sistema com alguma centralização.

Relativamente à adição ao chorume de inibidores de nitrificação os inquiridos não responderam e já em relação à biodigestão todos já ouviram falar mas nenhum a considerou ainda porque implica a aquisição de biodigestores e equipamentos para aproveitamento do biogás e alguns sugeriram que isso poderia ser feito também numa unidade centralizada que simultaneamente aproveitasse a FSC.

Quadro 13. Aplicação mensal de N proveniente de chorume com base em inquéritos (Grupo 1 – aplicação até 200 kg/ha de N; Grupo 2 – aplicação entre 200 e 300 kg/ha de N; Grupo 3 – superior a 300 kg/ha de N)

Inquérito	Grupo	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Total
1	1	31	22	0	0	0	0	0	0	91	0	0	0	143
3	1	20	20	0	0	0	0	10	42	34	1	0	0	127
6	1	7	6	0	0	0	0	0	17	18	0	0	0	47
Média Grupo 1	1	19	16	0	0	0	0	3	20	47	0	0	0	106
5	2	21	21	0	0	0	7	28	69	93	21	0	0	260
7	2	26	28	0	0	0	41	44	51	42	24	24	10	289
8	2	22	22	0	0	0	0	0	120	110	0	0	0	275
9	2	55	3	0	0	0	0	15	42	68	17	7	0	208
10	2	30	30	0	0	0	2	20	52	86	20	0	0	241
12	2	24	26	0	0	0	0	30	78	83	0	0	0	241
Média Grupo 2	2	30	22	0	0	0	8	23	69	80	14	5	2	252
2	3	38	38	0	0	0	25	46	51	117	30	20	0	365
4	3	28	28	0	0	0	0	0	149	142	0	0	0	348
11	3	72	72	0	0	0	0	22	195	192	0	0	0	552
Média Grupo 3	3	46	46	0	0	0	8	22	131	150	10	7	0	422
Média Geral		31	26	0	0	0	6	18	72	90	9	4	1	258

Quadro 14. Balanço mensal da Incorporação e da Extração de N no solo (kg/ha) para a consociação forrageira azevém x milho para valores médios de incorporação obtidos por inquérito e valores alternativos propostos (aplicação do chorume com cisternas de 3m³) para o Grupo 1 – aplicação até 200 kg/ha de N

	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Total
Capacidade de extração (kg/ha de N)													
Azevém e Milho	1,3	2,2	5,5	10,0	25,0	57,0	92,0	0,0	34,0	166,0	126,0	2,0	521,0
Incorporação de N (kg/ha)													
Actual	19,4	15,9	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	19,6	47,4	0,3	0,0	0,0	105,9
Proposta	9,7	7,9	0,0	0,0	0,0	57,0	92,0	8,8	34,0	0,0	0,0	0,0	209,5
Variação	-9,7	-7,9	0,0	0,0	0,0	57,0	88,7	-10,7	-13,4	-0,3	0,0	0,0	103,6
Número de cisternas de 3m³ para aplicação de chorume por hectare													
Actual	2	2	0	0	0	0	0	2	6	0	0	0	13
Proposta	1	1	0	0	0	7	11	1	4	0	0	0	25
Variação	-1	-1	0	0	0	7	11	-1	-2	0	0	0	12
Excedentes de N incorporados no solo (kg/ha)													
Actual	18,1	13,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,6	13,4	0,0	0,0	0,0	64,8
Proposta	8,4	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,8	0,0	0,0	0,0	0,0	23,0
Variação	-9,7	-7,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-10,7	-13,4	0,0	0,0	0,0	-41,8
Quantidade de N armazenado nas Fossas e Nitreiras (kg/ha)													
Actual	39,4	32,3	41,2	50,0	58,8	67,6	73,1	62,4	23,8	32,3	41,1	49,9	47,7
Proposta	63,6	64,5	73,4	82,2	91,0	42,8	0,0	0,0	0,0	8,8	17,7	26,5	39,2
Variação	-24,3	-32,2	-32,2	-32,2	-32,2	24,8	73,1	62,4	23,8	23,5	23,5	23,5	8,5
Quantidade de chorume armazenado nas Fossas e Nitreiras (m³)													
Actual	14,1	11,5	14,7	17,9	21,0	24,2	26,1	22,3	8,5	11,5	14,7	17,8	17,0
Proposta	22,7	23,0	26,2	29,3	32,5	15,3	0,0	0,0	0,0	3,2	6,3	9,5	14,0
Variação	-8,7	-11,5	-11,5	-11,5	-11,5	8,9	26,1	22,3	8,5	8,4	8,4	8,4	3,0

Quadro 15. Balanço mensal da Incorporação e da Extração de N no solo (kg/ha) para a consociação forrageira azevém x milho para valores médios de incorporação obtidos por inquérito e valores alternativos propostos (aplicação do chorume com cisternas de 3m³) para o Grupo 2 – aplicação de 200 a 300 kg/ha de N

	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Total
Capacidade de extração (kg/ha de N)													
Azevém e Milho	1,3	2,2	5,5	10,0	25,0	57,0	92,0	0,0	34,0	166,0	126,0	2,0	521,0
Incorporação de N (kg/ha)													
Actual	19,4	15,9	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	19,6	47,4	0,3	0,0	0,0	105,9
Proposta	9,7	7,9	0,0	0,0	0,0	57,0	92,0	8,8	34,0	0,0	0,0	0,0	209,5
Variação	-9,7	-7,9	0,0	0,0	0,0	57,0	88,7	-10,7	-13,4	-0,3	0,0	0,0	103,6
Número de cisternas de 3m³ para aplicação de chorume por hectare													
Actual	2	2	0	0	0	0	0	2	6	0	0	0	13
Proposta	1	1	0	0	0	7	11	1	4	0	0	0	25
Variação	-1	-1	0	0	0	7	11	-1	-2	0	0	0	12
Excedentes de N incorporados no solo (kg/ha)													
Actual	18,1	13,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,6	13,4	0,0	0,0	0,0	64,8
Proposta	8,4	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,8	0,0	0,0	0,0	0,0	23,0
Variação	-9,7	-7,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-10,7	-13,4	0,0	0,0	0,0	-41,8
Quantidade de N armazenado nas Fossas e Nitreiras (kg/ha)													
Actual	39,4	32,3	41,2	50,0	58,8	67,6	73,1	62,4	23,8	32,3	41,1	49,9	47,7
Proposta	63,6	64,5	73,4	82,2	91,0	42,8	0,0	0,0	0,0	8,8	17,7	26,5	39,2
Variação	-24,3	-32,2	-32,2	-32,2	-32,2	24,8	73,1	62,4	23,8	23,5	23,5	23,5	8,5
Quantidade de chorume armazenado nas Fossas e Nitreiras (m³)													
Actual	14,1	11,5	14,7	17,9	21,0	24,2	26,1	22,3	8,5	11,5	14,7	17,8	17,0
Proposta	22,7	23,0	26,2	29,3	32,5	15,3	0,0	0,0	0,0	3,2	6,3	9,5	14,0
Variação	-8,7	-11,5	-11,5	-11,5	-11,5	8,9	26,1	22,3	8,5	8,4	8,4	8,4	3,0

Quadro 16. Balanço mensal da Incorporação e da Extração de N no solo (kg/ha) para a consociação forrageira azevém x milho para valores médios de incorporação obtidos por inquérito e valores alternativos propostos (aplicação do chorume com cisternas de 3m³) para o Grupo 3 – aplicação superior a 200 kg/ha de N

	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Total
Capacidade de extração (kg/ha de N)													
Azevém e Milho	1,3	2,2	5,5	10,0	25,0	57,0	92,0	0,0	34,0	166,0	126,0	2,0	521,0
Incorporação de N (kg/ha)													
Actual	19,4	15,9	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	19,6	47,4	0,3	0,0	0,0	105,9
Proposta	9,7	7,9	0,0	0,0	0,0	57,0	92,0	8,8	34,0	0,0	0,0	0,0	209,5
Variação	-9,7	-7,9	0,0	0,0	0,0	57,0	88,7	-10,7	-13,4	-0,3	0,0	0,0	103,6
Número de cisternas de 3m³ para aplicação de chorume por hectare													
Actual	2	2	0	0	0	0	0	2	6	0	0	0	13
Proposta	1	1	0	0	0	7	11	1	4	0	0	0	25
Variação	-1	-1	0	0	0	7	11	-1	-2	0	0	0	12
Excedentes de N incorporados no solo (kg/ha)													
Actual	18,1	13,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,6	13,4	0,0	0,0	0,0	64,8
Proposta	8,4	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,8	0,0	0,0	0,0	0,0	23,0
Variação	-9,7	-7,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-10,7	-13,4	0,0	0,0	0,0	-41,8
Quantidade de N armazenado nas Fossas e Nitreiras (kg/ha)													
Actual	39,4	32,3	41,2	50,0	58,8	67,6	73,1	62,4	23,8	32,3	41,1	49,9	47,7
Proposta	63,6	64,5	73,4	82,2	91,0	42,8	0,0	0,0	0,0	8,8	17,7	26,5	39,2
Variação	-24,3	-32,2	-32,2	-32,2	-32,2	24,8	73,1	62,4	23,8	23,5	23,5	23,5	8,5
Quantidade de chorume armazenado nas Fossas e Nitreiras (m³)													
Actual	14,1	11,5	14,7	17,9	21,0	24,2	26,1	22,3	8,5	11,5	14,7	17,8	17,0
Proposta	22,7	23,0	26,2	29,3	32,5	15,3	0,0	0,0	0,0	3,2	6,3	9,5	14,0
Variação	-8,7	-11,5	-11,5	-11,5	-11,5	8,9	26,1	22,3	8,5	8,4	8,4	8,4	3,0

5.2 Discussão dos resultados

Os impactos ambientais da produção animal dependem, entre outros, dos sistemas de exploração, dos modos de produção e da orientação das atividades animais, no âmbito da estrutura da unidade produtiva. A visão sistémica da organização dos sistemas de produção e de exploração remete para os fluxos e as dependências das diversas componentes, sendo que este nível espacial de observação e ação será constantemente influenciado por níveis espaciais hierarquicamente superiores e quadros políticos e económicos de contexto.

A produção pecuária é suportada por uma dieta à base de forragens, pastagens, concentrados e suplementos. Quando a análise é restrita à exploração verifica-se que a produção forrageira utiliza ciclos periódicos bem definidos, quantidades elevadas de fertilizantes orgânicos e minerais, herbicidas, pesticidas e água de rega. A utilização de um número de espécies forrageiras de elevada capacidade produtiva normalmente restrita, dentro de duas famílias, gramíneas e leguminosas determina a simplificação do ecossistema com uma diminuição, por norma, da biodiversidade. As instalações determinam um impacte paisagístico enquanto as características da sua construção e utilização influenciam as condições ambientais, a gestão e o bem-estar do efetivo pecuário e consequentemente a formação/capacidade de gestão dos dejetos e os subprodutos da produção pecuária. Neste nível convém destacar o dimensionamento e o funcionamento das construções e equipamentos de remoção, de armazenamento e de gestão dos dejetos sólidos e efluentes líquidos, sejam originados diretamente pelos animais ou resultantes das atividades associadas à produção leiteira (Alonso et al., 2007).

A análise realizada aponta claramente para um problema crescente que é urgente resolver ao nível do ordenamento do território, da gestão dos nutrientes no solo e dos problemas estruturais produtivos das explorações. Os riscos de poluição causados pela bovinicultura leiteira na Bacia Leiteira Primária do Entre Douro e Minho e ZV1 poderão diminuir com a utilização de boas práticas de gestão dos efluentes. Um conjunto de mecanismos e medidas promovidas pela administração, aceites e aplicados pelos produtores num quadro de sensibilização, formação e apoios públicos poderão convergir no sentido de minimizar este problema (Alonso et al., 2007).

As propostas e as medidas ao nível da gestão do azoto relacionam-se com os impactos negativos decorrentes da produção, somente, podem ser contrariados quando adotada uma estratégia de médio longo prazo para o sector que assente num modelo menos intensivo. A extensificação progressiva do sector leiteiro é uma proposta a considerar, em simultâneo ao desenvolvimento dum conjunto de procedimentos assentes na formação de conhecimento e inovação. Por outro lado, independentemente do processo de extensificação, é crucial que se adotem inovações técnicas e tecnológicas em todo sistema produtivo, nas suas diferentes componentes e na respetiva relação numa lógica de análise de sistemas ambientais. Como resultado, são propostas uma série de medidas de carácter operativo, ao nível da exploração e do sistema produtivo, nomeadamente: a

reestruturação e intervenção nas instalações, a intervenção ao nível da capacidade e qualidade do armazenamento, os equipamentos e sistemas de tratamento e valorização dos resíduos e efluentes (Gomes et al., 2005), a melhoria das técnicas de distribuição e aplicação de fertilizantes orgânicos, as técnicas e práticas nos sistemas de produção vegetal, a adequação do sistema de produção, do manejo animal, a biodiversidade e paisagem.

Cada uma destas medidas apresenta um conjunto de ações para ultrapassar a situação de desequilíbrio assim como do encontro de soluções de enquadramento legislativo nacional e comunitário. No POBLP-EDM são ainda enunciadas uma série de propostas e medidas que têm uma visão integrada e estratégica de ordenamento, que atendem não só ao sector leiteiro, mas igualmente para a todo o território com as suas diferentes realidades e dinâmicas referentes a:

- i. Conhecimento e capacitação técnica através da sensibilização e informação, da investigação, demonstração e inovação, assim como do ensino e formação técnica;
- ii. Reforço de eficácia e eficiência da ação da administração pública com a integração do plano nos instrumentos de ordenamento territorial (Plano de Intermunicipais de Ordenamento do Território – PIOT e Planos de Intervenção em Espaço Rural – PIER), a integração, monitorização, fiscalização e auditoria e a análise do normativo e preparação de regulamentação técnica;
- iii. Serviços e instrumentos de apoio aos produtores e à atividade leiteira através do desenvolvimento de um sistema de informação territorial e ambiental, bem como o reforço da capacidade técnica das organizações de produtores, aliada à organização do mercado de fatores de produção e dos produtos, da certificação ambiental, a segurança alimentar e dos processos de valorização dos produtos e da criação de incentivos económicos e fiscais.

Como podemos verificar na análise dos resultados dos inquéritos realizados, “cada caso é um caso”.

As explorações com um coeficiente elevado de CN/SAU terão forçosamente de realizar investimentos de maior envergadura para combater o efeito nefasto que realizam no ambiente. Neste caso, a melhoria da distribuição do chorume ao longo do ano, como pressupomos na presente tese, não é suficiente. A intervenção tem de ser mais profunda, inicialmente no sentido de exportar os

efluentes em excesso; em segundo lugar no sentido de melhorar/aumentar a capacidade de armazenagem; numa terceira fase, coloca-se a eventualidade de produção de biogás e/ou separação da parte sólida e líquida do chorume, com tratamento diferenciado.

Nos casos em que o coeficiente CN/SAU é mais reduzido, se o agricultor tem área suficiente para distribuir regularmente o chorume produzido nas épocas adequadas pela SAL e se adicionalmente apresenta adequada capacidade de armazenamento, de forma a poder enfrentar os meses de Novembro a Fevereiro sem ter necessidade absoluta de o espalhar na área agrícola, esta solução (melhoria da distribuição do chorume ao longo do ano) é-lhe extremamente benéfica. O benefício estende-se ao ambiente e à gestão financeira da atividade (evitando gastos desnecessários em adubos químicos),

Como pressuponho ainda, o investimento na separação da fase sólida e líquida do chorume, com tratamento diferenciado de ambos, pode ser rentável como atividade económica adicional.

Como já referimos anteriormente, a produção de biogás apresenta-se como uma solução tecnicamente fácil de implementar, que propicia uma utilização racional dos recursos, produzindo uma fonte de energia que pode ser utilizada no aquecimento e na produção de energia elétrica. Adicionalmente, após total aproveitamento do biogás, ainda produzem adubo natural que pode ser vendido ou utilizado com enorme vantagem na exploração.

Temos verificado existir um enorme interesse a nível mundial em desenvolver novas formas de tratar os resíduos. Países como a China, Índia, que apresentam densidades populacionais muito elevadas, estão a utilizar em larga escala a produção de biogás; a sua experiência está a ser transportada para outros países em desenvolvimento, como Moçambique, Angola, Brasil.

Paralelamente, vemos que países como a Dinamarca, Alemanha, Itália, França, estão a dinamizar a tecnologia descrita e já se encontram na linha da frente em termos de atitudes “amigas do ambiente”.

Uma frase tem marcado sempre a nossa “Humanidade”: um novo problema, pode ser sempre transformado numa nova oportunidade.

A integração no Espaço Comunitário tem possibilitado o acesso aos produtores de leite a Fundos Comunitários, extremamente interessantes. No Quadro do PDR 2020 a componente ambiental e energética está bem enquadrada. A

resolução de alguns dos problemas de gestão dos efluentes poderá levar a investimentos estratégicos, financiáveis pelos Fundos descritos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No quadro das dinâmicas e desafios dos sistemas de produção agropecuário na bacia leiteira primária do Entre Douro e Minho e ZV1 verifica-se que a dimensão e a importância social da produção leiteira, à escala regional e nacional, apresenta-se comprometida devido a imposições externas de origem económica, mudanças de mercado, e à pressão ambiental, com a evolução do quadro normativo europeu associado à conservação de recursos e funções naturais. Este enquadramento provocou, nestes últimos anos, impactes sobre a estrutura produtiva das próprias explorações mas também, sobre os sectores técnicos de apoio, de produção e comércio de produtos lácteos.

Neste quadro a academia, a administração e o sector associativo desenvolveram a caracterização e diagnóstico do sector e do território, em paralelo apresentaram propostas de gestão de atividades e de ordenamento do território que promovam a sustentabilidade da atividade, das economias e espaços associados. Nas últimas décadas as mudanças (sócio) económicas, das políticas e dos mercados, a inovação e transferência tecnológica e consequentemente, as práticas nos sistemas de produção agrícola determinaram processos de intensificação, especialização e concentração produtiva. Principalmente até 1992, a PAC contribuiu para o fomento de uma agropecuária de forte orientação produtiva com um aumento da rentabilidade económica dos sistemas agrícolas. Como consequência, verificou-se o aparecimento de impactes ambientais até então desconhecidos ou desvalorizados sobre a conservação e a proteção dos recursos e funções naturais. A atenção sobre a dimensão ambiental é acompanhada por temas associados como sejam o bem-estar animal, a sanidade, a qualidade alimentar e a saúde pública.

A atividade agrícola provoca transformações sobre o meio em que se insere. O conhecimento das relações intrínsecas entre o meio, as condições naturais e os sistemas de produção agrícola fundamentam o desenvolvimento de métodos, técnicas e tecnologias para uma gestão sustentável das diversas componentes ambientais. A produção intensiva de alimentos de natureza vegetal e animal conduziu ao uso massivo de fertilizantes, de fito fármacos para alimentação e para a sanidade animal e de fatores de produção exógenos ao meio, muitas vezes de origem sintética que alteram os geo e biociclos e neste sentido os equilíbrios naturais. A especialização das unidades

produtivas e a concentração espacial da atividade pecuária surge como forma de racionalização dos recursos, resposta à competitividade e aumento da rentabilidade económica com ganhos de escala ao nível da exploração e região, aproveitando as condições naturais, as infra-estruturas e o mercado presente. Neste quadro, alteram-se as relações de complementaridade da produção vegetal e animal nos sistemas de exploração tradicionais. O aumento de densidade pecuária, nomeadamente de bovinos de leite, origina um acréscimo de (sub) produtos por unidade produtiva, nomeadamente de efluentes e resíduos (Fregonesi & Leaver, 2002).

Efetivamente a análise realizada nos capítulos precedentes aponta claramente para um problema crescente e que é urgente resolver. Em particular a questão da gestão dos nutrientes no solo, intrinsecamente mas não exclusivamente associada à gestão dos efluentes orgânicos é um problema que afeta o solo, a água, o ar e por isso toda uma paisagem e biodiversidade associada. Convém referir que apesar da atenção dada ao azoto, que decorre da existência de legislação específica, este é apenas um dos elementos do problema. Os impactos ambientais da produção animal dependem, entre outros, dos sistemas de exploração, dos modos de produção e da orientação das atividades animais, no âmbito da estrutura da unidade produtiva. A visão sistémica da organização dos sistemas de produção e de exploração remete para os fluxos e as dependências das diversas componentes, sendo que este nível espacial de observação e ação será constantemente influenciado por níveis espaciais hierarquicamente superiores e quadros políticos e económicos de contexto.

As instalações determinam um impacto paisagístico, enquanto as características da sua construção e utilização influenciam as condições ambientais, a gestão e o bem-estar do efetivo e consequentemente, a formação/capacidade de gestão dos dejetos e subprodutos da produção pecuária. A este nível convém destacar o dimensionamento e o funcionamento das construções e equipamentos de evacuação, de armazenamento e de gestão dos dejetos sólidos e efluentes líquidos, sejam originados diretamente pelos animais sejam os das águas e outros líquidos formados na lavagem e na sanidade animal.

Neste sistema deve assumir-se como elemento central, o animal e a gestão do efetivo, no que se refere às suas características intrínsecas, seja a sua genética os requisitos ambientais e o respetivo manejo. As relações entre o potencial produtivo, o comportamento animal, as condições de estabulação e toda a gestão do efetivo

condicionam a quantidade e a qualidade das produções e o impacto sobre o meio, sejam sobre as massas de água superficiais e subterrâneas, o solo ou ar, com a libertação de um conjunto de substâncias na atmosfera com implicações sobre os animais e produtores no interior das instalações, sobre a qualidade de vida da população local e sobre o ambiente à escala global.

Desta forma, as propostas devem enunciar um conjunto de mecanismos estratégicos e medidas operativas, que conjuntamente constituem um quadro de referência articulado que promove uma interligação e interdependência entre os vários atores. Para um determinado espaço, a alteração significativa do sistema de recirculação de nutrientes entre a componente vegetal e animal na exploração obriga à formulação de soluções de armazenagem, tratamento, transporte e aplicação extremamente complexas e caras. O chorume, efluente mais comum produzido nas áreas leiteiras descritas, é armazenado em fossas e nitreiras, de forma a ser utilizado nas culturas nas alturas adequadas como fonte de fertilização azotada do solo. A inadequada gestão desse recurso têm-no transformado essencialmente como fonte adicional de poluição do solo, água e ar.

De acordo com os resultados dos inquéritos agrícolas efetuados nas explorações, verificou-se que todos os intervenientes do sector estão abertos a novas ideias e a novos procedimentos, que permitam de alguma forma ultrapassar os problemas de má gestão do azoto. Estes encontram-se igualmente interessados em encontrar soluções que lhes permitam efetuar uma poupança efetiva nos custos associados à fertilização azotada dos solos, se lhes for apresentada uma alternativa credível de utilização mais eficiente do recurso que têm ao seu dispor com abundância – o chorume. A realização deste trabalho e a motivação dos agricultores para efetuarem apenas a distribuição do chorume no solo quando as plantas precisam dele e não em épocas em que o mesmo não é necessário como nutriente às culturas instaladas, visa demonstrar que tanto as plantas, como a economia dos agricultores terão a ganhar com a adoção destes novos procedimentos. A gestão dos efluentes bovinos na ZV1 e áreas contíguas é uma fonte de preocupação constante para os agricultores e população local.

A experiência e os resultados indicam para a necessidade no futuro de: (1) aumentar o número de inquéritos e de produtores e parcelas monitorizados para aumentar a representatividade dos dados e relacionar as práticas com as condições e contextos de ação; (2) desenvolver métricas de comparação espacial e temporal entre as épocas, quantidades e formas de aplicação do azoto com as curvas de extração e necessidades

reais das culturas; (3) definir e desenvolver formas de melhoria da sincronização seja em termos analíticos ou desenvolvimento de modelos de apoios à decisão; (4) verificar os resultados sobre o solo e água da aplicação destas boas práticas; (5) colaborar com a inovação de novas fórmulas e formas de fertilizantes e tecnologias de aplicação.

A análise realizada, aponta claramente para um problema crescente que é urgente resolver ao nível do ordenamento do território, da gestão dos nutrientes no solo e dos problemas estruturais produtivos das explorações. Os riscos de poluição causados pela bovinicultura leiteira na Bacia Leiteira Primária do Entre Douro e Minho poderão diminuir com a utilização de boas práticas de gestão dos efluentes. Um conjunto de mecanismos e medidas promovidas pela administração, aceites e aplicados pelos produtores num quadro de sensibilização, formação e apoios públicos poderão convergir no sentido de minimizar este problema.

BIBLIOGRAFIA

- Agostinho, J. & Marçal, L., 2005. *A condução da rega na Zona Vulnerável n.º 1*- Relat. Final do Projeto AGRO n.º 35. INIA. Lisboa.
- Agostinho, J.M.F.S. e Fernando, R.M.C., 2005 – *A Fertilização Azotada na Zona Vulnerável n.º 1* – Ministério da Agricultura, ESA-IPVC, Instituto Superior de Agronomia, Cooperativa Agrícola de Esposende e HORPOZIM, 10 pp
- Agostinho, J.M.F.S. e Fernando, R.M.C., 2011. *A Condução da Rega na Zona Vulnerável n.º 1* Ministério da Agricultura, ESA-IPVC, Instituto Superior de Agronomia, Cooperativa Agrícola de Esposende e HORPOZIM, 8, 24 pp
- Agostinho, J.M.F.S., Pimentel, M., 2005. *Estudos de Casos de Boas Práticas Ambientais na Agricultura*. Agricultura e Ambiente, 1ª edição, Porto, SPI – Sociedade Portuguesa de Inovação;
- AgroConsultores e Geometral, 1995. *Carta de Solos e Carta da Aptidão da Terra de Entre Douro e Minho (memórias)*. Lisboa: Direção Regional de Agricultura de Entre Douro e Minho (1:100000).
- AgroConsultores e Geometral, 1999. *Carta de Solos e Carta da Aptidão da Terra de Entre Douro e Minho (memórias)*. Lisboa: Direção Regional de Agricultura de Entre Douro e Minho (1:25000).
- Aguiar, A., Godinho, M.C., Costa, C.A., 2005. *Produção Integrada*. Agricultura e Ambiente, 1ª edição, Porto, SPI – Sociedade Portuguesa de Inovação;
- Aguiar, C., Azevedo, J., 2011. *A floresta e a restituição da fertilidade do solo nos sistemas de agricultura orgânicos tradicionais do NE de Portugal no início do séc. XX*. In Tereso JP, Honrado JP, Pinto AT, Rego FC (Eds.) *Florestas do Norte de Portugal: História, Ecologia e Desafios de Gestão*. InBio - Rede de Investigação em Biodiversidade e Biologia Evolutiva. Porto. ISBN: 978-989-97418-1-2. Pp 99-117
- Alexandratos, N., 1995. *Agricultura Mundial: hacia el año 2010* – estudio de la FAO. Ediciones Mundi – Presa, 43
- Alonso, J., Curado, M.J., Mamede, J., Barbosa, J., Rey, J., 2007. *O território e as explorações leiteiras do NW de Portugal*. PROJETO AGRO 794. Compostagem

- da fração sólida dos chorumes de explorações pecuárias leiteiras com fins agronómicos e ambientais. ESAPL/IPVC. Ponte de Lima.
- Amon, B., Amon, T., Boxberger, J. & Alt, C, 2001. *Emissions of NH₃, N₂O and CH₄ from dairy cows housed in a farmyard manure tying stall*. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 60(1-3): 103-113.
- Amon, B., Amon, T., Boxberger, J. & Alt, C, 2001a. *Emissions of NH₃, N₂O and CH₄ from dairy cows housed in a farmyard manure tying stall (housing, manure storage, manure spreading)*. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 2001. 60(1-3): p. 103-113.
- Anastácio, M.C.F., Silva, V.M.T.M., Boaventura, R.A.R., 2010. *Produção de Energia na Forma de Biogás a Partir de Resíduos Animais Para o Desenvolvimento Rural*. U.Porto, FEUP, Departamento de Engenharia Química.
- Annicchiarico, G., Caternolo, G., Rossi, E., Martiniello, P., 2011. *Effect of manure vs. fertilizer inputs on productivity of forage crop models*. Int J Environ Res Public Health, 2011. 8(6): p. 1893-913.
- Brito, L.M., Amaro, A.L., Mourão, I., Coutinho, J., 2008. *Transformação da matéria orgânica e do nitrogênio durante a compostagem da fração sólida do chorume bovino*. R. Bras. Ci. Solo, 32:1959-1968, 2008.
- Brito, L.M., Fernandes, A., Trindade, H., Faria, V., Amaro, A., 2007. *Compostagem da fração sólida dos chorumes de explorações pecuárias leiteiras com fins agronómicos e ambientais*. Apresentação do Projeto AGRO 794. Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, 2007: p. 20-32.
- Brito, L.M., Mourão, I., Trindade, H. & Coutinho, J., 2006. *Fate of N during composting of the solid fraction of dairy cattle slurry*. In: J.J. Schroder and J.J. Neeteson (eds.) N management in agrosystems in relation to the Water Framework Directive. Proceedings of the 14th N Workshop October 2005, Maastricht, the Netherlands; pp. 136-139.
- CACSTT E CMT, 2006. *Plano de adaptação ambiental das explorações pecuárias do concelho da Trofa – Manual Técnico*, Trofa.

- Carranca, C., 1996. *Avaliação de alguns Processos do ciclo do azoto em solos Portugueses, designadamente através do Marcador 15N*. Tese de Doutoramento, Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, 1996, pp 180.
- CCE, 2001. *Plano de ação em matéria de biodiversidade para o sector da agricultura*. Comunicação da Comissão ao Conselho e ao Parlamento Europeu. Volume III, Bruxelas.
- CCE, 2002. *Documento de trabalho da comissão – relatório sobre as quotas leiteiras*. Bruxelas
- CEAS & EFNCP, 2000. *The environmental impact of diary production*. EU: practical option for improvement of the environmental impact. CEAS 1779/BDB.
- CONFAGRI, 2002. *Evolução estrutural e situação da produção de leite em Portugal*. Espaço Rural n.º 30. Setembro/Outubro.
- Costa, J.L., Massone, H., Martinez, D., Suero, E.E., Vidal, C.M., Bedmar, F., 2002. *Nitrate contamination of rural aquifer and accumulation in the unsaturated zone*. Agricultural Water Management, vol.57, pp 33-47
- Crespo, D.G., 1980. *Culturas pratenses e forrageiras para regadio*. Documentação sobre forragens e pastagens, INIA, Lisboa, 10pp.
- DGS, DGC, DGA, 2004. *Projeção de nota de orientação relativa à aplicação aos subprodutos animais legislação comunitária em matéria de saúde pública, saúde animal e resíduos*.
- Díaz, R.M.J. e Espinosa, J.L., 1998. *Agricultura sostenible*. Ediciones Mundi – Prensa, 162 – 178.
- Domingos, T., Rosas, C., Teixeira, R., 2006. *Avaliação Ambiental Estratégica do Programa de Desenvolvimento Rural 2007-2013 de Portugal Continental*. MADRP e IST. Lisboa
- DRAEDM, 2004. *Contributo Técnico para Adaptação Ambiental das Instalações Bovinas Leiteiras da Região de Entre Douro e Minho*.
- DRAEDM, 2005. *A agricultura na região de Entre Douro e Minho: análise dos principais indicadores estatísticos estruturais*.

- DRAEDM, 2006. *A Condicionalidade no âmbito da Política Agrícola Comum*. Divisão de Estudos.
- Fangueiro, D., Vasconcelos, E., Cabral, F., 2015. *Alternativas para uma utilização sustentável de efluentes agro pecuários como fertilizantes*. UIQA. ISA – UL. ESACB – IPCB, in *Vida Rural* (<http://goo.gl/EoqkEc>) (consultado em Setembro de 2015).
- FAO Bulletin Livestock 02, Policy Brief, 2015. *Pollution from industrialized livestock production*. www.fao.org/3/a-a0261e.pdf (consultado em Setembro de 2015).
- FENALAC, 2001. *Estudo de caracterização do impacte ambiental da produção intensiva de leite nas regiões de Entre Douro e Minho e Beira Litoral*. PAMAF, Medida 4, Ação 4.4 – Estudos Estratégicos. Projeto 442992056.
- Fernandes, A., 1998. *Eficiência da Adubação Azotada no Azevém Anual nas condições do Entre Douro e Minho*. DRAEDM, Estação Regional de Culturas Arvenses, S. Pedro de Merelim., pp 11, 12, 30.
- Ford, M. & Fleming, R., 2002. *Mechanical solid-liquid separation of livestock manure*. Literature review. Report to Ontario Pork. Ridgetown College, University of Guelph.
- Fregonesi, J.A., Leaver, J.D., 2002. *Influence of space allowance and milk yield level on behaviour, performance and health of dairy cows housed in strawyard and cubicle systems*. *Livestock Production Science*, 78: 245–257.
- Frye, W.W., 2005. *Nitrification inhibition for nitrogen efficiency and environment protection*. IFA International Workshop on Enhanced-Efficiency Fertilizers, Frankfurt. International Fertilizer Industry Association, Paris, France.
- Germon, J. C. e Couton, Y., 1999. *La dénitrification dans les sols*. *Le courrier de l'environnement* n°38, URL : <http://www.inra.fr/dpenv/germoc38.htm> (consulta Junho de 2015)
- Gibbons, J.M., Sparkes, D.L., Wilson P., Ramsden, S.J., 2004. *Modeling optimal strategies for decreasing nitrate loss with variation in weather – a farm-level approach*. *Agricultural Systems*, 83(2): pp 113-134

- Gomes, R., Castelo Branco, L., Vítor de Sá, J., 2005. *Novos Produtos de Valor Acrescentado*. Valorização das Explorações Agrícolas, 1ª edição, Porto, SPI – Sociedade Portuguesa de Inovação,
- Gonçalves, M.S., 2005. *Gestão de Resíduos Orgânicos*. Agricultura e Ambiente, 1ª edição, Porto, SPI.
- Hao, X. & Chang, C. 2001. *Gaseous NO, NO₂, and NH₃ loss during cattle feedlot manure composting*. *Phyton-annales Rei Botanicae*, 41(3): 81-93.
- Happe, K; Hutchings, N.J.; Dalgaard, T. e Kellerman, K., 2011. *Modelling the interactions between regional farming structure, nitrogen losses and environmental regulation*. *Agricultural Systems*, 104: 281–291.
- INE, 1989. *Recenseamento Geral da Agricultura (RGA 89)*, Lisboa
- INE, 1991. *Recenseamento Geral da População (Censos 91)*, Lisboa
- INE, 1993. *Portugal Agrícola*, Lisboa
- INE, 2001. *Dados do Recenseamento Geral de Agricultura – dados comparativos 1989 e 1999*, Lisboa
- INE, 2001a. *Recenseamento Geral da Agricultura – Portugal – Principais resultados – 1999*, Lisboa
- INE, 2001b. *Recenseamento Geral da População, (Censos 2001)*. Lisboa
- INE, 2001c. *Recenseamento Geral da Agricultura – Análise de Resultados*. Lisboa: INE, 1999.
- INE, 2002. *Estatísticas Agro-Industriais - Leite e Derivados - 1996 – 2000*. Lisboa: INE, 2002.
- INE, 2015. *Estatísticas Agrícolas – 2014*. Lisboa: INE, 2015.
- Keeney, D. R., Hatfield J. L., 2004. *The nitrogen cycle, historical perspective, and current and potential future concerns*. *Nitrogen in the environment: sources problems and management*. 83(1): pp 3-16.
- Kelly, J. R., 2004. *Nitrogen effects on coast marine ecosystems*. *Nitrogen in the environment: sources problems and management*. pp 207-242.

- Kristensen, T.; Sørensen, K. & Kristensen, S., 2005. *Management of grasslands in intensive dairy livestock farming*. Livestock Production Science, 96: 61–73.
- Kronvang, B., Jensen, J.P., Hoffmann C.C., Boers, P., 2004. *Nitrogen transport and fate in European streams, rivers, lakes and wetlands*. Nitrogen in the Environment (Second Edition): sources problems, and management, pp 183-203
- Lacroix, A., 1995. *Les solutions agronomiques à la pollution azotée*. Le Courrier de L'Environnement n° 24, URL : <http://www.inra.fr/dpenv/lacroc24.htm> (consulta em Junho de 2015).
- Lopes, M., Castanheira, E., Ferreira, A.D., 2005. *Gestão Ambiental e Economia de Recursos*. Agricultura e Ambiente, 1ª edição, Porto, SPI.
- Lopes, V., Nogueira, A., Fernandes, A., 2006. *Cultura de Azevém Anual*. Ministério da Agricultura, D.R.A.E.D.M. Ficha Técnica 53. Edição on-line: www.drapn.min-agricultura.pt/drapn/.../Ficha_tecnica_053_2006.pdf (consulta em Setembro de 2016)
- Lopes, Z., Duarte, C., Silva, A., 2007. *Fileira-Leite e Produtos Lácteos*. Plano de Ordenamento da Bacia Leiteira Primária de Entre Douro e Minho. Volume 1. Relatório Final. DRAEDM, IDARN, ESAIPVC, UP-CIBIO.
- MADRP e INIA, 2000. *Manual de fertilização das culturas*. Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva, 27 – 29.
- MADRP, 1997. *Código das boas práticas agrícolas para a proteção da água contra a poluição com nitratos de origem agrícola*. Lisboa: Auditor de Ambiente do MADRP.
- MADRP, 1997a. *Código das Boas Práticas Agrícolas para as culturas outonais*. Proteção da água contra a poluição com nitratos de Origem Agrícola. Lisboa.
- MADRP, 2000. *Conservação do solo e da água – manual básico de práticas agrícolas*. 2ª Edição. INGA
- MADRP, 2003. *Procedimento de Licenciamento para a gestão de efluentes pecuários e agro-industriais*. Grupo de Trabalho Agro – Ambiental, ação 3.A.1.1.1. Lisboa
- MADRP, 2007. *Programa de Desenvolvimento Rural 2007-2013 – Continente*

- MADRP, 2007a. *Leite e lacticínios – diagnóstico sectorial*, MADRP, Gabinete de Planeamento e Políticas.
- Mamede, J. 2006. *Caracterização dos sistemas de produção forrageira e pecuária na zona vulnerável nº 1 “Aquífero Livre de Esposende – Vila do Conde” e seu impacto ambiental*. Relatório final de licenciatura em Engenharia Zootécnica UTAD Vila Real
- MAOTDR – IGAOT, 2004. *Suiniculturas – O Caso Particular da Bacia do Liz*.
- MAOTDR e MADRP, 2007. *Estratégia Nacional para os Efluentes Agro-Pecuários e Agro-Industriais*
- Marçal, S.M.N., 2002. *Caracterização Sumária das Águas Brancas das Salas de Ordenha*. Relatório de estágio de licenciatura de Engenharia do Ambiente e dos Recursos Rurais
- Marques, J., 2004. *Tipos de Agricultura em Portugal*. Série Estudos e Documentos nº 9 Gabinete de Planeamento e Políticas (GPP) <http://www.gppaa.min-agricultura.pt/pbl/Estdoc/> (Consulta em Junho de 2015)
- Merino, P.; Ramirez-Fanlo, E.; Arriaga, H.; del Hierro, O.; Artetxe, A. e Viguria, M., 2011. *Regional inventory of methane and nitrous oxide emission from ruminant livestock in the Basque Country*. Animal Feed Science Technology doi:10.1016/j.anifeedsci.2011.04.081
- Milne, J.A., 2005. *Societal expectations of livestock farming in relation to environmental effects in Europe*. Livestock Production Science, 96: 3-9.
- Moreira, N. , 1980. *Cultura de forragens e pastagens* – Instituto Universitário de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real, 127 pp.
- Moreira, N. e Trindade, H., 1997. *Produção Intensiva de Forragens e Poluição*, Jornadas de Bovinicultura (Leite). 17 e 18 de Abril. Vila Real, UTAD, pp 71-79.
- Moreira, N. e Trindade, H., 2002. *As explorações leiteiras intensivas e o meio ambiente da poluição à valorização*. Vaca Leiteira, Revista da Associação Portuguesa dos Criadores da Raça Frísia, nº85.
- Moreira, N., 1994. *Situação e perspectivas da produção forrageira intensiva no Entre Douro e Minho*. Pastagens e forragens, 14/15:31-40.

- Neves, F.J.M., 1994. *O impacte da poluição dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do Rio Ave, na qualidade ambiental da região*. Tese de Mestrado. Universidade de Évora, pp 91, 104, 115-117. <http://hdl.handle.net/10174/12010>
- Owen, J.B., 1994. *Pollution in Livestock Production Systems – an overview*. Pollution in Livestock Production Systems. CAB INTERNACIONAL
- Pereira, J., 2005. *Manipulação de efluentes de bovinicultura: pré-tratamento e aplicação ao solo*. Tese de Mestrado. Faculdade de Ciências da Universidade Nova de Lisboa. Lisboa
- POBLPEDM, 2007. *Plano de Ordenamento da Bacia Leiteira Primária de Entre Douro e Minho* (POBLPEDM). Volume 1. Relatório Final. DRAEDM, IDARN, ESAIPVC, UP-CIBIO.
- Pollock, T., Owen, J., 2014. *Agroforestry for Greenhouse Gas Mitigation in Canada. Integrating Science and Policy to Promote Agroforestry in Practice*. 2nd European Agroforestry Conference. Book of Abstracts. Cottbus, Germany.
- Projeto Green Dairy, 2007. *Soluções para um sistema leiteiro sustentável e amigo do ambiente na região Noroeste de Portugal*. Resumos do seminário de apresentação do projeto europeu Green Dairy: Produção Leiteira e Ambiente no Espaço Atlântico, Vila do Conde.
- Quercus, 2003. Comunicado: “*Quercus quer revolução na agro-pecuária e na actuação do Governo nos aspectos ambientais deste sector*”. <http://www.quercus.pt/comunicados/2003/novembro/2142-quercus-quer-revolucao-na-agro-pecuaria-e-na-actuacao-do-governo-nos-aspectos-ambientais-deste-sector> (consultado em Setembro de 2015)
- Rebelo da Silva L.A., 1924. *O solo Arável e a Intensificação da Cultura do Trigo no País*. Imprensa Artística. Lisboa.
- REUSEWASTE, 2015. *Recovery and Use of Nutrients, Energy and Organic Matter from Animal Waste*. Project reference: 289887. Denmark. http://cordis.europa.eu/project/rcn/101613_en.html European Union, 2015 (consulta em Setembro de 2015)
- Rivas-Martínez, S., Díaz González, T.E., Fernández-González, F., Izco, J., Loidi, J., Lousa, M. & Penas, A., 2002. *Vascular plant communities of Spain and*

- Portugal*. Addenda to the syntaxonomical checklist of 2001. Part I. *Itinera Geobotanica* 15(1): 5-432.
- Sanaa, M., Van Cleemput, O., Baert, L., & Mhiri, A., 1992. *Field study of the fate of labelled fertilizer nitrogen applied to wheat on calcareous Tunisian soils*. *Pedologie*, 42(3), 245-255.
- Santos, A., Veloso, A., Trigueiros, J. e Eça, P. (Coord.), Leitão, L., Cameira, M., Pato, R., Costa, M. e Hortas, M. (Aut.), 2001. *Estudo de caracterização do impacte ambiental da produção intensiva de leite nas regiões de Entre Douro e Minho e Beira Litoral*. FENALAC (Federação Nacional das Uniões das Cooperativas de Leite e Lacticínios).
- Santos, J.Q., 1991. *Fertilização. Fundamentos da Utilização dos adubos e Correctivos*. Publicações Europa-América, Mem Martins, pp 421.
- Santos, J.Q., 1995. *Fertilização e Poluição: Reciclagem Agro – Florestal de resíduos orgânicos*. Editor: J. Quelhas dos Santos. Lisboa : Scarpa, cop. pp26 – 44.
- Soveral-Dias, J. C., 1999. *A gestão do azoto nos ecossistemas agrícolas. Contribuição para o seu estudo*. Lisboa, Instituto Nacional de Investigação Agrária.
- Tavares, B.F.D., 2011. *Tratamento de chorume: análise dos efluentes da evaporação forçada*. Estágio curricular de licenciatura em Engenharia Ambiental. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Brasil.
- Trenkel, M.E., 2010. *Slow- and Controlled-Release and Stabilized Fertilizers: An Option for Enhancing Nutrient Use Efficiency in Agriculture*. Second edition, IFA International Fertilizer Industry Association, Paris, France, October 2010.
- União Europeia, 2004. *Scientific Basis for the Management of European Soil Resources – Research Agenda*
- Vall, M. P. e Vidal C., 2005. *L'azote en agriculture. Agriculture et environnement*, URL:
http://europa.europa.eu.int/comm/agriculture/envir/report/fr/nitro_fr/report.htm
 (Consulta em Junho de 2015)
- Vieira, S.S., Zotti, C.A., Paulino, V.T., 2010. *Práticas de manejo para minimizar a emissão de gases de efeito estufa associadas ou não ao uso de fertilizantes*. Instituto de Zootecnia, APTA/SAA.

- Violeta, L., Nogueira, A. e Fernandes, A., 2006. *Cultura de Azevém Anual* – Ministério da Agricultura, Edição on-line
- Vitousek, P.M., Chair, Aber J., Howarth R. W., Likens G. E., Matson P. A., Schindler D. W., Schlesinger W. H. e Tillman D., 1997. *Human alteration of the global nitrogen cycle: causes and consequences*. Issues in ecology. Number 1. Ecological Society of America, 2 – 7.

PRINCIPAL LEGISLAÇÃO COMUNITÁRIA CONSULTADA

Diretiva 75/442/CEE do Conselho, de 15 de Julho de 1975, relativa aos resíduos.

Diretiva 86/278/CEE do Conselho, de 12 de Junho de 1986, relativa à proteção do ambiente e, em especial, dos solos na utilização agrícola de lamas de depuração.

Diretiva 89/362/CEE da Comissão relativa às condições gerais de higiene nas explorações de produção de leite

Diretiva 91/156/CEE, de 18 de Março de 1991 e Diretiva 91/689/CEE do Conselho, de 12 de Dezembro de 1991, que harmonizam a legislação dos vários países relativamente aos resíduos.

Diretiva 91/271/CEE do Conselho, de 21 de Maio de 1991, relativa ao tratamento de águas residuais urbanas.

Diretiva 91/676/CEE do Conselho, de 12 Dezembro de 1991 relativa à proteção das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola

Diretiva 92/43/CEE do Conselho de 21 de Maio de 1992 relativa à preservação dos habitats naturais e de fauna e flora selvagens

Diretiva 92/46/CEE do Conselho de 16 de Junho de 1992 adopta às normas sanitárias relativas à produção de leite cru, de leite tratado termicamente e de produtos à base de leite e à sua colocação no mercado

Diretiva 98/58/CE do conselho de 20 Julho de 1998 relativa à produção dos animais nas explorações pecuárias.

Diretiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 22 de Dezembro de 2000 que estabelece um quadro de ação comunitária no domínio da política da água.

Decisão n.º 78/923/CEE

PRINCIPAL LEGISLAÇÃO NACIONAL CONSULTADA

Aviso n.º 170/2005, DR n.º 6, II Série, de 1 de Janeiro, Pública a lista de indicadores relativa aos requisitos legais de gestão aplicáveis a partir de 01.01.2005.

Aviso n.º 2555/2007, DR n.º 31, II Série, de 13 de Fevereiro, Pública a lista de indicadores relativa aos requisitos legais de gestão aplicáveis a partir de 01.01.2007.

Aviso n.º 3076/2006, DR n.º 51, II Série, de 13 de Março, Publica a lista de indicadores relativa aos requisitos legais de gestão aplicáveis a partir de 01.01.2006.

Decreto-lei 202/2005, DR n.º 226, I Série – A, de 24.11.2005, Estabelece o regime jurídico do licenciamento das explorações de bovinos.

Decreto-Lei n.º 178/2006, DR n.º 171, I Série., de 5.08.06, Estabelece o regime geral da gestão de resíduos, transpondo para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2006/12/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Abril, e a Diretiva n.º 91/689/CEE, do Conselho, de 12 de Dezembro.

Decreto-Lei n.º 235/97, D. R. n.º 203, I Série - A, de 3. 08.97, Transpõe para a ordem jurídica interna as disposições contidas na Diretiva n.º 91/676//CEE do Conselho, de 12 de Dezembro de 1991, relativa à proteção das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola e clarifica as atribuições e responsabilidades das várias entidades com intervenção neste domínio.

Decreto-Lei n.º 236/98, DR 176/98, I Série – A, de 01.08.98, Estabelece normas, critérios e objectivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos. Revoga o Decreto-Lei n.º 74/90, de 7 de Março.

Decreto-Lei n.º 446/91, D. R. n.º 269, I Série - A, de 22.12.91, Transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva 86/278/CEE, do Conselho, de 12 de Junho, relativa à utilização agrícola de certas lamas provenientes de estações de tratamento de águas residuais.

Decreto-Lei n.º 48/2001, DR 35 I Série – A, de 10.02.01, Transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 91/629/CEE, do Conselho, de 19 de Novembro, com as alterações que lhe foram introduzidas pela Diretiva n.º 97/2/CE, do

Conselho, de 20 de Janeiro, e pela Decisão n.º 97/182/CE, da Comissão, de 24 de Fevereiro, que estabelece as normas mínimas relativas à proteção dos vitelos.

Decreto-Lei n.º 69/2000, DR 102, I SÉRIE – A, de 03.05.2000, Estabelece o regime jurídico da avaliação do impacte ambiental

Decreto-Lei n.º 202/2005 de 24 de Novembro. Regime Jurídico do Licenciamento das Explorações de bovinos. Diário da República, I Série A, 226:6690-6697.

Decreto-Lei n.º 64/2000, DR n.º 95, I Série – A, de 22.04.2000, Transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 98/58/CE, do Conselho, de 20 de Julho, que estabelece as normas mínimas relativas à proteção dos animais nas explorações pecuárias Declaração de Rectificação n.º 6-B/2000. DR 126 I Série – A 2º

Decreto-Lei n.º 81/2013 de 14 de Junho. Estabelece o regime do exercício da atividade pecuária (REAP). Diário da República, I Série – N.º 113.

Despacho Normativo n.º 7/2005, DR n.º 22, I Série – B, de 2005.02.01, Estabelece os requisitos mínimos para as boas condições agrícolas e ambientais, nos termos e para os efeitos do disposto no artigo 5.º do Regulamento (CE) n.º 1782/2003, do Conselho, de 29 de Setembro, no Regulamento (CE) n.º 796/2004, da Comissão

Portaria 546/98 – Aquífero Livre entre Esposende e Vila do Conde. D. R. Serie B, 189 (98-08-18), p.4080-4082.

Portaria n.º 1037/97, de 1 de Outubro. Identificação das águas poluídas por nitratos de origem agrícola, das águas susceptíveis de o virem a ser e das áreas que drenam para aquelas águas, designadas por Zonas Vulneráveis.

Portaria n.º 1100/2004, DR 208, I SÉRIE – B, de 03.09.04, Aprova a lista das zonas vulneráveis e as cartas das zonas vulneráveis do território português

PORTARIA n.º 389/2005, DR n.º 66, I Série – B, de 05.04.05, Fixa os elementos que acompanham o projeto de intervenção em espaço rural.

Portaria n.º 556/2003 de 12 de Julho. Plano de Ação Local para a Zona Vulnerável n.º 1 do Aquífero Livre entre Esposende e Vila do Conde. Diário da República – I Série-B, 159, pp.398-401.

Portaria n.º 706/2001, de 11 de Julho. Programa de ação para a Zona Vulnerável n.º 1, constituída pelo aquífero livre de Esposende e Vila do Conde.

Portaria n.º 36/2005, DR n.º 11, I SÉRIE – B, de 17 de Janeiro, Estabelece as regras nacionais de implementação do sistema de controlo da condicionalidade prevista nos artigos 4.º e 5.º do Regulamento (CE) n.º 1782/2003, do Conselho, de 29 de Setembro, e no Regulamento (CE) n.º 796/2004, da Comissão, de 21 de Abril.

Portaria n.º 533/93, DR 118, I Série – B, de 21.05. 1993, Aprova o Regulamento das Normas Sanitárias Aplicáveis à Produção e Colocação no Mercado de Leite Cru, de Leite de Consumo Tratado Termicamente, de Leite Destinado à Transformação e de Produtos à Base de Leite, Destinados ao Consumo Humano, tendo em consideração a Diretiva n.º 92/47/CEE do Conselho, de 16 de Junho, que estabelece as condições de concessão de derrogações, temporárias e limitadas, as normas sanitárias específicas para a produção e colocação no mercado de leite e de produtos à base de leite.

Regulamento do Plano Director Municipal de Viana do Castelo, Maio de 2006

Resolução do Conselho de Ministros n.º 152/2001, DR n.º 236 SÉRIE I-B, 11.10.01,
Adopta a Estratégia Nacional de Conservação da Natureza e da Biodiversidade

Resolução do Conselho de Ministros n.º 33/94, DR 114/94, I Série – B, de 17.05.94,
Regulamento do Plano Municipal de Matosinhos

Resolução do Conselho de Ministros n.º 82/94, DR n.º 222/99, Iª Série – A, de 16.09.94,
Regulamento do Plano Director Municipal de Vila Nova de Famalicão

Resolução do Conselho de Ministros n.º 90/94, DR 124/2000, I Série – B, de 23.09.94,
Regulamento do Plano Director Municipal de Santo Tirso

Resolução do Conselho de Ministros n.º 91/95, DR 220/95, I Série – B, de 22.09.95,
Regulamento do Plano director Municipal da Póvoa de Varzim

Resolução do Conselho de Ministros n.º 166/95, DR n.º 285, I Série – B, de 12.12.95,
Regulamento do Plano Director Municipal de Vila do Conde

Resolução do Conselho de Ministros n.º 31/94, DR n.º 111/94, I Série – B, de 13.05.94,
Regulamento do Plano Director Municipal de Esposende

Resolução do Conselho de Ministros n.º 64/95, DR n.º 152, I Série – B, de 04.07.95,
Regulamento do Plano Director Municipal de Barcelos

ANEXOS

ANEXO 1. Armazenamento de efluentes pecuários

A capacidade de armazenamento de efluentes pecuários deve ser dimensionada, tendo em consideração as áreas de alojamento dos animais. Sem prejuízo do disposto anterior, as estruturas de armazenamento e tratamento de efluentes pecuários, não podem ser implementados a:

1. Menos de 10 m, contados das linhas de água;
2. A menos de 25 m, contados dos locais onde são efetuadas captações de água;
3. Nas zonas ameaçadas pelas cheias;
4. Numa faixa, medida na horizontal, com a largura de 100 m, contados a partir da linha do nível de pleno armazenamento, no caso das albufeiras ou lagos.
5. Os locais de armazenamento devem ser impermeabilizados na base e nas paredes laterais para evitar infiltrações ou derrames que possam originar contaminação das massas de água superficiais e subterrâneas;
6. Por razões de segurança, cada tanque ou fossa de armazenamento de efluentes pecuários não deve exceder os 5 000 m³.

Para o cálculo das quantidades de água de limpeza do estábulo e tratamento dos animais (bovinos) que escoam para o/os tanques de receção dos dejectos assume-se como referência o valor de 7 m³/CN.

Valorização ambiental: (informação complementar)

A ficha de registo de fertilização

Ficha de fertilização por cultura e parcela ou grupo de parcelas homogéneas:

- As explorações situadas no interior de Zona Vulnerável, com uma área superior a:

1. 2,0 Hectares de SAU, ou
2. 0,50 Hectares de culturas hortícolas ou florícolas, ou
3. 1 Hectare de culturas arbóreas ou arbustivas

Estão obrigadas a manter atualizado o registo das fertilizações efetuadas por parcela, ou grupos de parcelas homogéneas (alínea a) do n.º 9, do artigo 8º, a Portaria 259/2012, de 28 de Agosto). Para facultar o cumprimento do instituído, a DRAP Norte disponibiliza o modelo de ficha de Registo de Fertilização a que se refere o anexo VII, da Portaria 259/2012.

Utilização agrícola de lamas de ETAR (Decreto-Lei nº 276/2009 de 2 de Outubro)

Condição para utilização agrícola de lamas:

A utilização de lamas na agricultura apenas pode ser efetuada no caso de estar abrangida:

1. Por um plano de gestão de lamas (PGL);
2. Por uma licença válida emitida ao abrigo do Decreto-Lei nº 118/2006;

O licenciamento da utilização agrícola das lamas de depuração passa a ter por base o PGL, que o produtor ou o operador de lamas de ETAR apresenta para aprovação, junto da Direção Regional de Agricultura e Pescas.

O PGL identifica as explorações e o perímetro de intervenção onde se prevê realizar as aplicações de lama, e as condições que condicionam a aplicação de lamas:

1. Clima, sistema fundiário, efetivo pecuário, sistemas de cultura;
2. Restrições do meio natural ou devidas à ocupação humana, captações, linhas e cursos de água, albufeiras ou açudes; habitações e aglomerados, escolas, edifícios públicos; zonas vulneráveis, zonas inseridas em Reserva Ecológica Nacional ou outras zonas sensíveis; índice de qualificação fisiográfica das parcelas (IQFP);
3. Os resultados das análises aos solos e lamas;
4. As culturas previstas antes e após a aplicação de lamas e as quantidades de nutrientes fornecidas através de outras matérias fertilizantes, designadamente efluentes pecuários e adubos;
5. O calendário de previsão dos espalhamentos e doses de aplicação.

Dever de informação ao titular da exploração agrícola

O responsável pelo Plano de Gestão de Lamas (PGL), tem o dever de informar o titular da exploração agrícola onde são utilizadas as lamas, com a antecedência mínima de três dias em relação à data prevista para a aplicação das lamas, fornecendo-lhe as seguintes informações:

1. Nome, número de identificação fiscal e domicílio ou sede social;
2. As quantidades de lamas a aplicar;
3. Boletins das análises de lamas a aplicar;
4. Calendário de previsão dos espalhamentos e doses de aplicação previstas sobre cada parcela;
5. As condições impostas pela Direção Regional de Agricultura e Pescas;
6. Licenças emitidas ao abrigo da Legislação (Decreto-Lei nº 118/2006).

ANEXO 2. O ciclo do azoto (informação complementar)

O ciclo do azoto é o ciclo bioquímico que descreve a transformação e translocação de azoto (N) no solo, na água, nos seres vivos e ainda na M.O. morta. O ciclo bioquímico de N é altamente dependente da atividade de microrganismos. A fixação do azoto geralmente refere-se ao processo em que o azoto atmosférico (N_2) é convertido em amónia (NH_3). Conversão de N atmosférico para amoníaco requer a enzima nitrogenase. A conversão de azoto orgânico em NH_3 é chamada de amonificação. Na presença de água, NH_3 ioniza-se e forma amónia (NH_4^+). A amónia no solo é o ponto de partida para uma série de processos e de reações, incluindo:

1. Absorção pelas plantas;
2. Fixação por minerais de argila e M.O.
3. Imobilização por microrganismos;
4. Transformação em gás amónia e exportação para a atmosfera por volatilização;
5. Finalmente, o processo de nitrificação.

A nitrificação é um processo de duas etapas. No primeiro passo do presente processo, os nitritos (NO_2^-) são formados quando NH_3 ou a amónia (NH_4^+) são oxidadas por bactérias nitrificantes. As bactérias nitrificantes também são responsáveis pelo segundo passo do processo de nitrificação, que envolve a oxidação de NO_2^- em nitrato (NO_3^-). As plantas absorvem o ião NO_3^- através das suas raízes e assimila-os em compostos azotados. O processo de desnitrificação orgânica é o processo mediado por microrganismos de redução de NO_3^- . Na ausência de oxigénio, iões NO_3^- podem actuar como aceitadores de eletrões terminais dando origem à produção de azoto molecular (N_2) por meio de uma série de produtos de óxido de azoto gasosos intermédios, incluindo o óxido nitroso (N_2O). A imobilização ocorre quando N inorgânico, como NH_4^+ e NO_3^- , são assimilados por microrganismos. Os microrganismos decompositores de resíduos de carbono orgânicos podem requerer mais do que o N que está contido no resíduo, assimilando *a posteriori* o N inorgânico que transformam nos seus componentes celulares tornando-os indisponíveis para absorção pelas plantas. A conversão de compostos orgânicos de N em iões inorgânicos de N é conhecida como mineralização.

A mineralização do azoto orgânico da planta, no processo de decomposição, (proteínas, ácidos nucleicos, aminoácidos, açúcares e ureia), o azoto proveniente desse processo é novamente transformada em NH_4^+ e NO_3^- .

A Lixiviação refere-se à exportação de N como NO_3^- do solo, tornando-o indisponível para absorção pelas plantas. Em contraste com o NH_4^+ na forma iónica, que é atraído pelas partículas carregadas negativamente do solo, a carga negativa dos iões NO_3^- implica que eles são repelidos pela carga igualmente negativa das partículas do solo. Por conseguinte, em condições de presença de água, os iões NO_3^- movimentam-se com a água de drenagem e são facilmente lixiviados do solo.

ANEXO 3. Inquérito de identificação da exploração (informação complementar)

<p align="center">INQUÉRITO IDENTIFICAÇÃO DA EXPLORAÇÃO (A IDENTIFICAÇÃO DA EXPLORAÇÃO RESPEITA O ANONIMATO DO INQUÉRITO)</p>			
IDENTIFICAÇÃO DO TITULAR:			
ENDEREÇO:			
LOCALIDADE:		CÓDIGO POSTAL:	
TELEFONE:	TELEMÓVEL:		EMAIL:
INSTALAÇÃO PECUÁRIA	ÁREA DENTRO DE UMA ZV1?	ÁREA FORA DA ZV1?	
PRODUÇÃO ANUAL LEITE (kg/ANO) (valor aproximado):			

DESCRIÇÃO DOS EFECTIVOS PECUÁRIOS	Nº Cabeças
VITELO RECRIA <6 MESES	
BOVINO RECRIA 6 A 12 MESES	
BOVINO DE RECRIA DE 12 A 24 MESES	
VACA ALEITANTE < 500 kg	
VACA ALEITANTE> 500 kg	
VACA LEITEIRA <5000kg de leite	
VACA LEITEIRA 5000 A 6000 kg de leite	
VACA LEITEIRA 6000 A 7000 kg de leite	
VACA LEITEIRA 7000 A 8000 kg de leite	
VACA LEITEIRA> 8000 kg de leite	

TIPO DE EFLUENTE PRODUZIDO	VOLUMES CAPACIDADES E CARACTERÍSTICAS
CHORUME (m ³)	
ESTRUME (m ³)	
SÓLIDOS/LÍQUIDOS (% de separação):	
DESCRIÇÃO DAS ESTRUTUTURAS DE RECOLHA DE EFLUENTES PECUÁRIOS EXISTENTES NA EXPLORAÇÃO:	
CAPACIDADE DA FOSSA (m ³):	
CAPACIDADE DA NITREIRA (m ³):	

DESCRIÇÃO DAS PARCELAS DE CULTURA	
NOME DA PARCELA	
ÁREA DE PARCELÁRIO	
ZV (SIM/NÃO)	

CULTURA 1 (t/ha): AZEVÉM ANUAL		CULTURA 2 (t/ha): MILHO FORRAGEM	
20		25	
30		30	
40		40	
50		50	
		60	
		70	
		80	
		90	
CULTURA 3 (t/ha):		CULTURA 4 (t/ha):	

GESTÃO DE EFLUENTES TOTAIS NO CICLO ANUAL DE PRODUÇÃO:						
	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO
Balanço mensal chorume (m ³)						
Efluentes aplicados às culturas (m ³ ou t)/mês						
Aplicação milho silagem						
Aplicação azevém						
	DEZEMBRO	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO
Balanço mensal chorume (m ³)						
Efluentes aplicados às culturas (m ³ ou t)/mês						
Aplicação milho silagem						
Aplicação azevém						

ANEXO 4. Quantidade N colocada no solo (kg /ha) (valores obtidos nos 12 inquéritos realizados)

Inquérito	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
1	31,1	21,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	90,6	0,0	0,0	0,0
2	38,0	38,0	0,0	0,0	0,0	25,4	45,7	50,7	116,9	30,4	20,3	0,0
3	20,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	41,8	34,0	1,0	0,0	0,0
4	28,1	28,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	148,9	142,4	0,0	0,0	0,0
5	20,8	20,8	0,0	0,0	0,0	7,5	27,7	69,3	93,0	20,8	0,0	0,0
6	7,0	5,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,9	17,7	0,0	0,0	0,0
7	25,7	28,0	0,0	0,0	0,0	40,6	44,0	51,0	42,0	23,8	23,8	10,1
8	22,4	22,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	119,6	110,2	0,0	0,0	0,0
9	54,9	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0	42,4	68,2	17,0	7,5	0,0
10	30,0	30,0	0,0	0,0	0,0	2,4	20,0	52,1	86,3	20,0	0,0	0,0
11	72,1	72,1	0,0	0,0	0,0	0,0	21,6	194,6	191,5	0,0	0,0	0,0
12	23,8	25,9	0,0	0,0	0,0	0,0	30,0	77,9	83,3	0,0	0,0	0,0
Média	31,2	26,4	0,0	0,0	0,0	6,3	17,8	72,1	89,7	9,4	4,3	0,8

ANEXO 5. *Cowspiracy* e as emissões de gases estufa das vacas

“Os bovinos são responsáveis pela emissão de GEE em dois momentos distintos, no interior do animal: durante o processo digestivo e durante a transformação dos efluentes [dejetos] produzidos.” Cada uma destas etapas corresponde, “em sistemas de produção intensiva, respetivamente, a cerca de 60% e de 40% do total das emissões de gás metano”, revela o também docente da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

O processo de tratamento “é relativamente barato e tem viabilidade económica”, segundo Henrique Trindade, mas vai obrigar à formação dos produtores para a otimização dos resultados. Por isso, o projeto *ReUseWaste*, 2015, que engloba oito unidades de investigação e ensino e oito empresas de sete países europeus, prevê a realização de sessões de formação e de esclarecimento.

Segundo Henrique Trindade, uma vaca emite, em média, 115 quilos de gás metano por ano, o que equivale a quase 3 mil quilos de dióxido de carbono, “pois, considerando o efeito de estufa num intervalo de 100 anos, um quilo de gás metano equivale a 25 quilos de dióxido de carbono. Este é um dos principais contributos destes animais e outros ruminantes para as alterações climáticas.”

Contudo, e apesar do documentário *Cowspiracy*, recentemente exibido em Portugal, que aponta a produção animal como a causa número um da emissão de GEE e de outros problemas ambientais, o investigador do CITAB realça a importância da pecuária.

“Os animais têm um papel importante no equilíbrio dos ecossistemas agrícolas, na estabilidade económica e ajudam a valorizar muitos recursos vegetais, como a erva, que não são adequados para utilização direta na alimentação humana.” O sector animal permite também obter matérias-primas e produtos essenciais como as peles, a lã e os fertilizantes orgânicos (estrumes).

Eficiência, a chave para reduzir as emissões de GES há uma ligação direta entre as intensidades de emissões de gases de efeito estufa e a eficiência com que os produtores usam recursos naturais. Para os produtores, as emissões de óxido nitroso (N_2O), metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2), três principais gases emitidos pela indústria, representam uma perda de nitrogénio (N), energia e matéria orgânica que corrói a produtividade e a eficiência de suas atividades. (FAO, 2015)